Unele consideraţii privind utilizarea ţevilor sudate elicoidal la conductele magistrale de înaltă presiune

Al. Strat şi M. Boru

O analiză sumară a producţiei de gaze naturale în ţara noastră arată o creştere continuă a cantităţii de gaze extrase şi folosite nu numai ca sursă termică, dar mai ales ca materie primă pentru industria chimică. Deşi nu cu mult în urmă gazul natural era folosit în special ca sursă termică industrială sau casnică şi în mod ocazional pentru realizarea unor procese tehnologice industriale, astăzi gazul natural şi cel de sonde sînt utilizate ca materie primă în uzine chimice mari, cum sînt, de exemplu, cele pentru prepararea îngrăşămintelor chimice.

Dezvoltarea industrială accentuată a ţării noastre reclamă cantităţi tot mai mari de gaze pentru alimentarea marilor combinate şi a uzinelor chimice nou construite sau care se află în curs de construcţie. Devine deci extrem de importantă, sarcina de a livra cantităţi apreciabile de gaze naturale de la locul de extracţie la centrele mari industriale de consum. Acest lucru se face cu ajutorul conductelor magistrale de diametru şi lungime corespunzătoare, construite din ţevi ce asigură indici superiori tehnico-economici de exploatare.

Este cunoscut faptul că factorul de bază care asigură debitul conductelor de gaze este diametrul lor. Debitul creşte, de asemenea, şi prin mărirea presiunii fluidului ce se transportă. Relaţia dintre presiuni şi diametre pentru două conducte de gaz, cu suficientă aproximaţie, se poate determina cu expresia :

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{D_2^2}{D_1^2},$$

în care D_1 şi D_2 reprezintă diametre interioare a două conducte iar P_1 şi P_2 — presiunile corespunzătoare. Această relaţie arată că prin creşterea diametrului conductei se obţin debite mult sporite de fluid transportat, ceea ce face mai avantajoasă folosirea ţevilor de diametru mare pentru transportul la distanţă al gazului natural, în cadrul unui sistem naţional de conducte magistrale.

Dintre metodele de fabricare a ţevilor de diametru relativ mare, în ultimii ani s-a impus metoda de fabricare a ţevilor prin sudură elicoidală, la care cordonul de sudură este dispus după o elice spaţială amplasată pe cilindrul ţevii.

Atît pentru beneficiarii de ţevi, cît şi pentru fabricanţii de ţevi, ţevile sudate elicoidal prezintă o serie de avantaje : o fabricare relativ simplă, costuri de fabricaţie mai mici, un factor de siguranţă mai mare în comparaţie cu alte ţevi sudate

O dată cu apariţia procedeului de fabricare a ţevilor sudate elicoidal au apărut şi norme de fabricaţie ale acestora. Printre aceste norme, amintim : normele americane ASTM A. 139—58; A 211—54, normele API, pentru ţevi sudate elicoidal, care au apărut în 1965 sub formă de proiect şi apoi în martie 1967 ca standard definitiv (API Std 5 LS). În ţara noastră există în vigoare STAS 6898/1—68 „Ţevi de oţel sudate elicoidal pentru uz general şi STAS 6898/2—68 „Ţevi din oţel sudate elicoidal pentru conducte", care reglementează fabricarea ţevilor sudate elicoidal în ţara noastră pentru ţevi cu diametre cuprinse între 521 şi 1 020 mm şi diverse grosimi de perete.

1. Elemente geometrice ale ţevii sudate elicoidal

Este evident că lungimea cordonului sudat elicoidal la o ţeavă este mai mare decît lungimea cordonului drept la o ţeavă sudată longitudinal, dar aceasta nu reprezintă totdeauna un argument pentru a pleda împotriva ţevilor sudate elicoidal, deoarece la diametre relativ mari de conductă sînt necesare două sau chiar trei suduri longitudinale, aplicate pe generatoarea ţevii.

Raportul V, dintre lungimea sudurii şi lungimea ţevii, se poate calcula simplu din figura 1 şi se obţine :

$$V = \frac{\text{Lungimea sudurii } LS}{\text{Lungimea ţevii } LR} =$$

$$= \frac{\text{Circumferinţa ţevii } U}{\text{Lăţimea benzii } B} = \frac{D\,\pi}{B} = \frac{1}{\cos\,\alpha},$$

unde α este unghiul de formare a sudurii elicoidale şi reprezintă, de fapt, unghiul dintre axa benzii şi axa ţevii sau unghiul complementar al elicei (fig. 1). După cum reiese din formula de mai sus, la un diametru de ţeavă şi la o lăţime de bandă date se obţine un unghi de formare determinat.

Stadiul atins de tehnica sudurii permite să se realizeze suduri pe ţeavă care să cores-

pundă materialului de bază în ceea ce privește rezistența mecanică.

Siguranța în exploatare a unei țevi sudate depinde desigur de calitatea sudurii și nu de

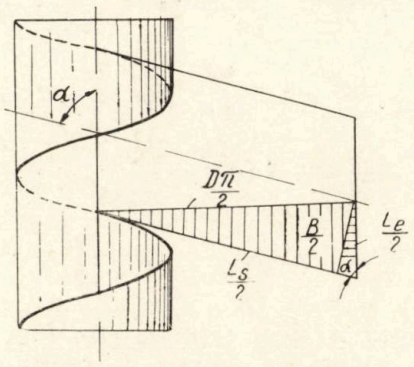


Fig. 1. Raportul dintre lățimea benzii și diametrul țevii la o țeavă sudată elicoidal.

lungimea ei. Privită deci din acest punct de vedere, țeava sudată elicoidal nu poate fi inferioară calitativ țevii sudate longitudinal.

3. Tensiuni în țeava sudată elicoidal

Se poate arăta relativ simplu că tensiunea ce acționează perpendicular pe cordonul de sudură elicoidal este mai mică decît tensiunea ce acționează perpendicular pe sudura longitudinală. În consecință și solicitarea la care este supus cordonul sudurii elicoidale este numai o fracțiune din solicitarea sudurii longitudinale; mărimea acestei solicitări depinde de unghiul de formare a sudurii elicoidale. În afară de aceasta, sudura elicoidală joacă și rolul unui bandaj de întărire, așa după cum au arătat experiențele.

Presiunile la probele de rupere a țevilor sudate elicoidal sînt superioare celor pe care le suportă țevile nesudate. Ca urmare pot fi folosite țevi cu grosimi de perete relativ mai mici decît cele uzuale.

Dacă o țeavă este supusă unei presiuni interioare, apar în peretele țevii două eforturi unitare principale și anume tensiunea tangențială σ_T și tensiunea longitudinală σ_L (fig. 2).

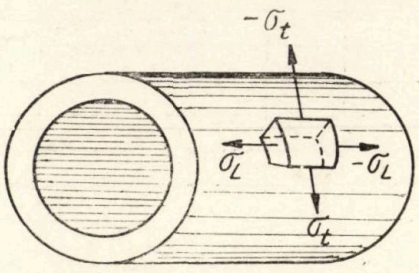


Fig. 2. Efortul unitar tangențial σ_t și efortul unitar longitudinal σ_L aplicate unui element din țeavă.

Pentru țevile la care grosimea de perete, în comparație cu diametrul, este mică, o situație care la țevile sudate elicoidal este îndeplinită, cele două tensiuni de bază se calculează cu formulele deduse cu ajutorul figurii 3.

$$\sigma_t = \frac{p.d}{200\ S} \quad \text{și} \quad \sigma_L = \frac{p.d}{400\ S},$$

în care:

σ_t este tensiunea tangențială, kgf/mm²;
σ_L — tensiunea longitudinală, kgf/mm²;
p — presiunea interioară, atmosfere relative;
d — diametrul exterior al țevii, mm;
S — grosimea peretelui de țeavă, mm.

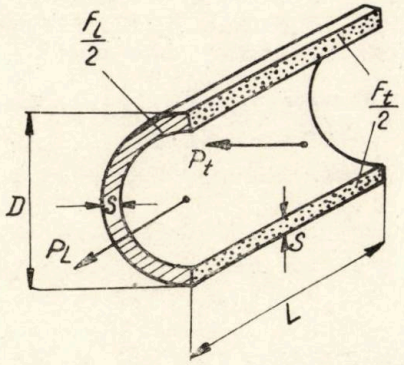


Fig. 3. Determinarea efortului unitar tangențial σ_t și a efortului unitar longitudinal σ_L.

Din cele două formule reiese faptul, de altfel cunoscut, că tensiunea tangențială la o țeavă ce se află supusă unei presiuni interioare este de două ori mai mare decît tensiunea longitudinală. Din acest motiv o țeavă care are aceeași rezistență pe toată porțiunea va ceda după o direcție paralelă cu axa țevii.

La o țeavă sudată, pe lîngă tensiunea tangențială, prezintă interes și sarcina pe care o poate suporta cordonul de sudură propriu-zis.

După E. Siebel [1], hotărîtoare pentru comportarea la rezistență a sudurilor solicitate static sînt numai tensiunile de întindere normale la sudură. Apare evident faptul că pentru o țeavă sudată elicoidal, la o probă de presiune interioară, cordonul de sudură va fi solicitat în special de componentele tensiunii ce acționează normal pe direcția sudurii.

Dacă la o țeavă sudată elicoidal acționează numai tensiunea tangențială (fig. 4), cordonul de sudură va fi solicitat de componența normală a tensiunii tangențiale σ_t. Această componență poate lua orice valoare între σ_t și 0, corespunzător unghiului de înclinare dintre cordonul de sudură și axa țevii (fig. 4). Valoarea acestei componente rezultă mai jos.

Din figura 4 se observă că unui element ΔL din lungimea țevii îi corespunde un element

$\Delta L/\cos\alpha$ din lungimea cordonului de sudură. Aria segmentului de sudură este :

$$\Delta L \cdot S/\cos\alpha.$$

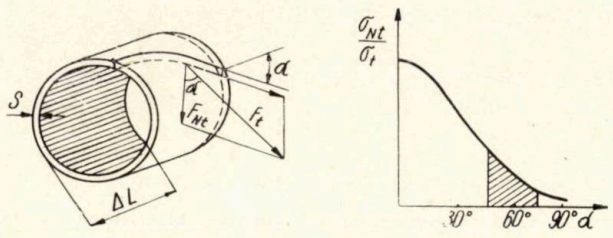


Fig. 4. Relaţia dintre efortul unitar tangenţial normal pe sudura elicoidală şi efortul unitar tangenţial.

Asupra ei acţionează componenta normală F_{NT} a forţei tangenţiale $F_t \cdot F_{Nt} = F_t \cdot \cos\alpha$. Tensiunea (efortul unitar) este deci :

$$\sigma_{NT} = \frac{Ft\cos\alpha}{\frac{\Delta LS}{\cos\alpha}} = \frac{Ft}{\Delta L \cdot S}\cos^2\alpha\,; \quad \frac{\sigma_{NT}}{\sigma_t} = \cos^2\alpha,$$

în care :

$$\frac{Ft}{\Delta L \cdot S} = \sigma_t.$$

Dependenţa dintre σ_{Nt} şi σ_t se vede în figura 4.

Dacă asupra cordonului de sudură acţionează şi tensiunea longitudinală (după axul ţevii), va exista o componentă normală a acesteia pe cordonul de sudură, care se determină mai jos (fig. 5).

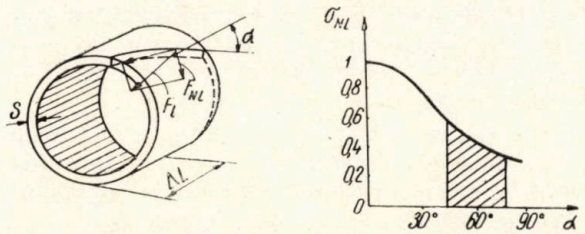


Fig. 5. Relaţia dintre efortul unitar normal pe sudura elicoidală şi efortul unitar longitudinal.

Componenta normală a forţei longitudinale ce acţionează asupra sudurii este $F_{Nl} = F_l \sin\alpha$. Ea dezvoltă pe suprafaţa $\Delta L.S/\cos\alpha$ tensiunea normală :

$$\sigma_{Nl} = \frac{Fl}{\Delta L \cdot S}\sin\alpha \cdot \cos\alpha = \frac{Fl}{\Delta L \cdot S\ \mathrm{tg}\alpha}\sin^2\alpha$$

Numitorul $\Delta L \cdot S.\mathrm{tg}\alpha$ reprezintă aria pe care acţionează perpendicular forţa Fl. Raportul dintre Fl şi $\Delta L.S.\mathrm{tg}\alpha$ reprezintă, de fapt, σ_l şi deci :

$$\sigma_{Nl} = \sigma_l \sin^2\alpha.$$

Tensiunea totală normală pe cordonul de sudură este :

$$\sigma_N = \sigma_{Nt} + \sigma_{Ne}$$

$$\sigma_N = \sigma_t \cos^2\alpha + \sigma_l \sin^2\alpha = \frac{pd}{2S} \cdot \cos^2\alpha +$$

$$+ \frac{pd}{4.\ S}\sin^2\alpha = \frac{pd}{4S}(\sin^2\alpha + 2\cos^2\alpha) =$$

$$= \frac{pd}{8S}(2\sin^2\alpha + 4\cos^2\alpha) = \frac{pd}{8S}(2 + 2\cos^2\alpha) =$$

$$= \frac{pd}{8S}(2 + 1 + 2\cos^2\alpha - 1) = \frac{pd}{8S}(3 + \cos 2\alpha).$$

S-a obţinut deci expresia efortului normal total pe sudură, în funcţie de presiunea interioară (p), de diametrul conductei (d), de grosimea de perete (S) şi de unghiul de înclinare a sudurii (α).

Pentru $\alpha = 0$ se ajunge la expresia tensiunii tangenţiale :

$$\sigma_t = \frac{1}{8}\,p\,\frac{d}{S}(3 + 1) = \frac{1}{2}\,p\,\frac{d}{S}$$

Făcînd raportul dintre σ_N şi σ_t se deduce :

$$\frac{\sigma_N}{\sigma_t} = \frac{3 + \cos^2\alpha}{4}.$$

Din grafic se observă scăderea acestui raport de la valoarea maximă 1 pentru $\alpha = 0$ (ceea ce corespunde ţevilor sudate longitudinal), la valoarea minimă de 0,5 pentru $\alpha = 90°$ (corespunzătoare sudurii circulare). Ca urmare rezultă că solicitarea unui cordon de sudură dispus elicoidal este cu 20—50% mai mică decît în cazul sudurilor longitudinale şi prin aceasta ţevile sudate elicoidal capătă o importanţă deosebită în comparaţie cu ţevile sudate longitudinal. Acest lucru rezultă şi din probele de

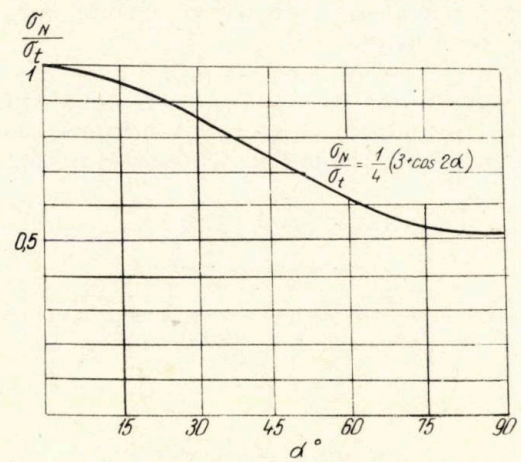


Fig. 6. Reprezentarea raportului σ_N/σ_t în funcţie de unghiul de înclinare a sudurii α.

rezistență efectuate pe epruvete din materialul țevii prevăzute cu crestături dispuse sub diverse unghiuri, care simulează dispunerea cordonului de sudură elicoidal.

În figura 7 se observă variația rezistenței de rupere a epruvetelor în funcție de înclinarea α a crestăturii față de axa țevii.

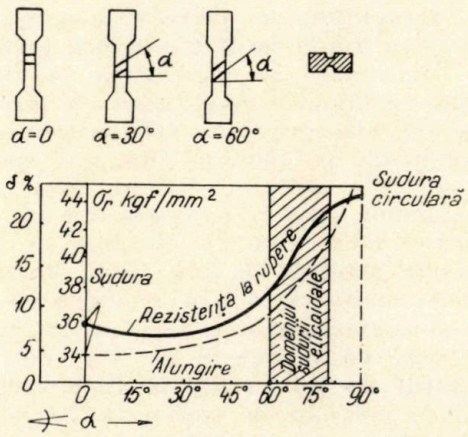


Fig. 7. Alungirea și rezistența la rupere în funcție de unghiul de înclinare α.

Astfel, pe măsură ce unghiul de înclinare a crestăturii crește și rezistența la rupere a epruvetei, deoarece crestătura este solicitată tot mai puțin.

Progresele realizate în ultimii ani în domeniul sudurii au dus la obținerea sudurilor cu proprietăți de rezistență egale cu cele ale materialului de bază, astfel încît se poate spune că porțiunea critică din punctul de vedere al rezistenței mecanice nu o mai reprezintă sudura, ci materialul de bază însuși. Nici zonele din apropierea sudurii, influențate termic, dispuse pe o lățime egală cu 1,5—2 ori grosimea de perete, nu prezintă porțiuni critice, deoarece se află în zona tensiunilor reduse la care este supus cordonul de sudură propriu-zis.

Probe de rezistență efectuate asupra țevilor sudate elicoidal

Deși controlul nedistructiv dă o imagine clară asupra calității țevilor sudate elicoidal, probele distructive asupra acestor țevi dau indicații în plus, extrem de importante, privind rezistența lor la diferite solicitări statice și dinamice. Probele de rezistență statice nu dau o imagine suficientă, acestea trebuind completate cu probe de rezistență dinamice. Probele distructive dinamice, cum sînt, de exemplu exploziile dinamice artificiale în interiorul conductei, precum și variația presiunii interne, contribuie hotărîtor la stabilirea calității acestor țevi.

În figura 8 sînt redate rezultatele probei de rezistență la rupere executate hidrostatic asupra unei țevi cu diametrul de 40" (1 020 mm), cu o grosime de perete de 12 mm, din oțel marca X 52.

Ruperea a avut loc la o presiune de circa 138 kgf/cm² și s-a realizat prin formarea inițială a unei crestături în materialul de bază. Ceea ce este caracteristic pentru țevile sudate elicoidal constă în faptul că fisura de rupere începe longitudinal cu axa țevii în materialul de bază și deviază rapid într-o direcție circulară paralel cu sudura elicoidală, la o distanță de aproximativ 250 mm de sudură.

Probele de rezistență dinamice s-au efectuat sub forma unor explozii cu încărcături de dinamită în interiorul țevii. Capetele țevii au fost prevăzute cu capace sudate și țeava a fost umplută cu apă. Aceste probe s-au efectuat cu încărcături de dinamită de diferite mărimi, înregistrîndu-se diferitele valori mecanice obținute. Alungirea materialului în cazul probelor de presiune dinamice este mai mare decît în cazul probelor statice de rupere, datorită vitezelor mari de deformare care au loc în cazul probelor dinamice.

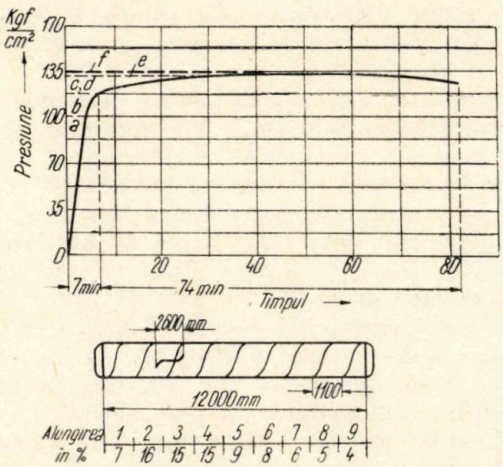


Fig. 8. Proba hidrostatică de rupere la o țeavă sudată elicoidal ∅ 1 020 mm. Material X 52 :

a — presiunea minimă la limita de elasticitate 82 kgf/cm²; *b* — presiunea teoretică la limita de elasticitate, 87 kgf/cm²; *c* — presiunea la limita de elasticitate, 103 kgf/cm²; *d* — presiunea minimă de rupere, 116, kgf/cm²; *e* — presiunea teoretică de rupere, 133 kgf/cm²; *f* — presiunea de rupere, 138 kgf/cm².

Astfel, la această probă deformațiile sînt cuprinse în intervalul 17—38%, comparativ cu probele statice de rupere, la care deformațiile materialului merg pînă la 16%, așa cum se vede în figura 7.

Unele realizări privind conductele magistrale din țevi de oțel sudate elicoidal

Așa cum s-a menționat și la început, țevile sudate elicoidal prezintă o serie de avantaje, printre care o fabricare relativ simplă și amplasarea mai puțin solicitată a cordonului de sudură dispus elicoidal reprezintă principalele

avantaje care au dus la utilizarea tot mai largă a acestor țevi la construcția magistralelor de gaze și țiței.

Încă din 1952 se menționează fabricarea pe scară largă a țevilor sudate elicoidal, mai întîi cu cordonul de sudură dispus numai la exterior. În scurt timp s-au creat instalații pentru sudura elicoidală atît la exterior cît și la interior, conferind în felul acesta țevilor rezistența necesară pentru a fi exploatate la presiuni mari.

În 1961—1963 se menționează fabricarea în masă a țevilor sudate elicoidal de diametru mare (40—48").

În anii 1965—1966, la construcția sistemului de conducte central european pentru transportul țițeiului, în lungime de 328 km, s-au folosit țevi sudate elicoidal cu diametre de 12", 14", 16", 24" și 26", țevile fiind confecționate conform standardului API 5LS din oțel X 42 și X 52, destinate funcționării la o presiune de 87 kgf/cm^2. Sudura elicoidală a fost controlată continuu pe toată lungimea, cu un defectoscop ultrasonic și cu raze X la capetele țevilor, precum și în locurile în care la controlul ultrasonic s-au semnalat defecte. Presiunea hidrostatică la care au fost supuse țevile a durat 15 s.

În țara noastră, țevile sudate elicoidal s-au bucurat de o largă utilizare la conductele magistrale pentru transportul gazelor, prin țevile livrate de Fabrica „Colentina-București". Acest lucru a determinat apariția încă din anul 1963 a standardului 6898—63, „Țevi de oțel sudate elicoidal", care a cuprins diametre de țeavă standardizate de la Ø 419 (16") Ø 1020" (40"), cu diverse grosimi de perete. Verificarea prin mijloace nedistructive a fost prevăzută să se efectueze în proporție de 2% din lungimea cordonului de sudură dispus elicoidal. Prin modificarea acestor standarde s-a ajuns la STAS 6898/2—68, „Țevi de oțel sudate elicoidal pentru conducte", la care controlul nedistructiv s-a mărit în proporție de minimum 20%, ceea ce este încă insuficient dacă se face comparația cu standardul API 5 LS, care prevede controlul nedistructiv ultrasonic în proporție de 100%.

Operațiile principale privind montarea conductelor din țevi sudate elicoidal nu diferă cu nimic de celelalte țevi (fără sudură sau cu sudură longitudinală), excepție făcînd curbarea la cald cu guși, la care unghiul gușilor este limitat la 1,5° iar numărul de guși limitat la 3, deși curbarea la rece cu raze mari de curbură, în mașini destinate acestui scop decurge la fel ca și la celelalte țevi așa cum menționează societățile străine.

Dintre lucrările mai reprezentative de conducte din țevi sudate elicoidal, realizate în țara noastră, se menționează următoarele :

Conductă de gaze cu diametrul de 28" (700 mm), în lungime de 190 km, construită în anul 1958 și care la acel timp a constituit un act de curaj, deoarece chiar marii constructori de conducte din străinătate priveau cu o anumită rezervă construirea unor magistrale de presiune și deci încă nu exista nicăieri practica construirii unor asemenea lucrări. Terminarea cu succes a acestei lucrări și punerea în funcțiune la parametrii proiectați duc în continuare la construirea în 1964 a unei alte conducte magistrale de 110 km lungime, cu diametrul de 20", urmată de o altă conductă de 100 km lungime cu diametrul de 20", realizată în anul 1966.

În anul 1967 se trece pe o scară și mai mare la folosirea țevilor sudate elicoidal cu material tubular fabricat în țară, prin construirea rețelei de conducte pentru alimentarea platformei industriale Pitești și Govora, în lungime de 328 km, cu diametrul de 400—600 mm.

În cadrul acestei lucrări, în 1968—1969 s-a executat o porțiune de traseu în lungime de 68 km cu diametrul de 24", cu traseu extrem de dificil, întrucît a traversat de o parte și de alta masivul Carpaților Meridionali. Se poate spune că această lucrare a constituit un act de temeritate din partea proiectanților și a beneficiarilor încă din primele zile ale elaborării ei. De asemenea, construcția conductei însăși a fost extrem de dificilă; pe porțiunea aceasta de traseu, trebuind să se recurgă la soluții tehnice pe teren în toate compartimentele de construcții-montaj.

Terminarea cu succes a acestei conducte în anul trecut și funcționarea ei la parametrii proiectați pledează în plus pentru utilizarea acestor țevi la magistralele de gaze și țiței.

Se poate spune că în ultimii ani aceste țevi au cîștigat tot mai mult teren, menționîndu-se ca material tubular în construcția celor mai diverse magistrale atît în țara noastră, cît și în străinătate.

Lipsește, deocamdată, o experiență mai îndelungată în exploatarea acestor conducte și, mai ales, lipsesc referințe asupra eventualelor avarii produse și asupra cauzelor lor, care evident în viitorul apropiat, nu vor întîrzia să fie elucidate și care vor îmbogăți tot mai mult domeniul de cunoaștere a acestor categorii de țevi.

BIBLIOGRAFIE

1. Stradtmann, F. H. Stahlrohr-Handbuch Vulkan-Verlag, 1956.
2. Grohs, H. Manufacture of Spiral Welded Pipe. În : J. Metals, **10**, 1965, p. 1 141—1 148.
3. * * * Trubî so spiralnîm şvom dlea maghistralnîh truboprovodov. În : Stroitelstvo truboprovodov, nr. 10, 1966, p. 4.

Evoluţia consumului mondial de petrol şi gaze naturale

Gr. Leahu

Petrolul şi gazele naturale sînt cunoscute din timpuri străvechi ca produse minerale cu proprietăţi multiple. În prezent ele ocupă primele locuri în rîndul celor mai importante produse solicitate din ce în ce mai mult de industrie.

Din punctul de vedere al utilizării produselor petroliere şi gazeifere, se disting două mari perioade în evoluţia consumului acestora, şi anume :

— Prima, care se extinde de la începutul industriei prelucrătoare a ţiţeiului (anul 1860) şi pînă în anul 1940 şi se caracterizează prin întrebuinţarea principalelor produse drept combustibil pentru motoare şi focare şi ca uleiuri lubrifiante.

— A doua, denumită „perioada petrochimică", începe din anul 1941 şi se caracterizează prin realizări spectaculoase obţinute prin introducerea unor noi procedee tehnologice de prelucrare adîncită a ţiţeiului şi a gazelor şi chimizarea produselor rezultate.

Astfel, datorită progresului tehnic realizat în industria petrochimică şi chimică din aceste hidrocarburi se obţin astăzi peste 3 500 de produse finite, începînd de la carburanţi şi lubrifianţi, pînă la fibrele textile, produse chimice, alimentare etc., numărul sortimentelor pe plan mondial crescînd de la an la an.

Dacă la finele primei şi începutul celei de a doua perioade consumul mondial de petrol era de 300 mil.t acesta a crescut pînă la finele anului 1969 de 7,11 ori, atingînd 2 133 mil. t, iar consumul de gaze naturale, numai în perioada 1965—1969 a crescut de 1,45 ori, de la 680,4 la 983 miliarde m³.

Potrivit datelor statistice, consumul total mondial de petrol extras începînd din anul 1860 şi pînă în 1969 se ridică la circa 35 800 miliarde t, din care 5 800 miliarde revin primei perioade de 80 de ani (1860—1940), iar celei de a doua perioade, de 29 de ani, îi revin circa 30 000 miliarde t, reprezentînd 83,8% din consumul total.

În stadiul actual, consumul mondial de produse petroliere la finele anului 1970 se estimează la 2 300 mil. t, reprezentînd 5,56% din totalul consumului celor 110 ani, ceea ce denotă că s-au obţinut realizări excepţionale şi că se va extinde consumul acestor produse şi în viitorii ani.

În cele ce urmează se vor arăta cîteva aspecte privind consumul de produse petroliere şi de gaze naturale în sectoarele termoenergetic şi petrochimic.

Sectorul energetic

În acest sector, produsele petroliere şi gazele naturale s-au impus faţă de alte surse de energie într-un timp relativ scurt.

După cum rezultă din analiza tabelei 1 (şi a diagramei 1), în balanţa energetică a ţărilor capitaliste ponderea produselor petroliere şi a gazelor naturale de la 20,4% şi, respectiv, 5,1%, realizate în anul 1937, creşte la 49% şi, respectiv, 19% în anul 1969.

TABELA 1

Anul	Total		Cărbune		Petrol		Gaze		Energ. hidro. Energ. nuclear.	
	mil. t	%	mil. t	%	mil. t	%	mil. t	%	mil. t	%
1937	1566	110	1135	72,4	320	20,4	93	5,9	21	1,3
1948	1944	100	1212	62,4	506	26,0	191	9,8	35	1,8
1955	2538	100	1191	46,9	932	36,7	360	14,2	55	2,6
1960	2966	100	1128	38,6	1228	41,4	534	18,0	76	2,6
1965	3785	100	1212	32,0	1767	46,7	705	18,6	101	2,7
1967	4136	100	1232	29,8	2010	48,6	779	18,8	115	2,8
1969	4330	100	1234	28,3	2130	49,0	802	19,0	135	3,5

Potrivit acestor date, se poate aprecia că în anul 1980 ponderea ţiţeiului şi a gazelor naturale în consumul energetic va fi de circa 74,5—75%, energia nucleară şi hidro 4,5—5%, iar ponderea cărbunelui va scădea la 20%.

Această tendinţă se datoreşte faptului că industria ţiţeiului, a derivatelor sale şi a gazelor naturale, faţă de celelalte surse de energie, prezintă o serie de avantaje tehnice şi economice, ca automatizarea proceselor tehnologice, a transportului stocajului, capacitate calorică, randament.

Un mare avantaj al utilizării produselor petroliere şi al gazelor naturale în domeniul energetic îl constituie faptul că acestea se pot livra şi transporta sub diverse stări de agregare, putînd trece relativ uşor de la o formă la alta, ceea ce face economică, rentabilă şi, mai ales,

comodă utilizarea acestor produse în orice parte a lumii.

Astfel, țările care nu dispun de zăcăminte de gaze naturale, în care transportul acestora pe conducte ar necesita investiții mari rezolvă această problemă fie prin importul acestora sub formă lichidă, fie prin importul de benzină care urmează să fie transformată în gaze prin intermediul unei instalații adecvate, montate în centrul consumatorilor, ceea ce constituie un mare avantaj economic.

De exemplu, firma Heinrich Kooppers din Essen a primit din partea uzinelor de gaz din Madrid comanda pentru construirea unei instalații de producere catalitică continuă a gazului de uz casnic din benzină ușoară, cu o capacitate de 600 000 m^3/zi.

Ca o caracteristică principală în dezvoltarea industriei de prelucrare a țițeiului în ultimii 50 de ani a fost creșterea continuă a cantității produselor albe față de petrolul brut supus prelucrării, ajungîndu-se astfel ca în prezent ponderea acestora să ajungă la 80% față de 50%, cît se realiza în anul 1920.

Dintre aceste produse, ponderea cea mai mare este deținută de carburanții din grupa benzine, urmate de motorine și de combustibil reactor, ultimul fiind solicitat tot mai mult de motoarele de mare putere, ca cele folosite la transporturile aeriene pe distanțe lungi și transporturile navale.

Sectorul petrochimic

În noile condiții de prelucrare și de chimizare a țițeiului și a gazelor naturale, un moment hotărîtor îl constituie cel în care industria gudroanelor de cărbune a încetat să mai fie unica bază de materii prime pentru marea industrie de sinteză.

În prezent, folosirea derivaților petrolului și ai gazelor naturale s-a extins în toate ramurile industriei și, pe drept cuvînt, se poate spune că progresul tehnic și social ar fi fost de neconceput fără existența acestor produse.

TABELA 2

Nr. crt.	Zone geografice		Nr. de țări producătoare + neproducătoare	Producția		Prelucrare — consum			
				mil. t	ponderea, %	nr. de rafinării	capacitate, mil. t/an	ponderea, %	capacitatea de producere față de producție
	TOTAL GENERAL		92	1770,640	100	695	2079,4	100	1,174 ori
	din care :	P	50	1770,640	100	625	1881,5	90,48	1,063
		N	42	—	—	70	197,9	9,52	—
A	TOTAL ȚĂRI CAPITALISTE DEZVOLTATE		20	581,675	33,33	510	1579,0	75,94	2,714
	din care :	P	10	581,675	33,33	479	1485,8	71,45	2,554
		N	10	—	—	31	94,2	4,49	—
1	S.U.A. + Canada	T	2	573,000	32,36	304	700,0	33,66	1,22
2	EUROPA	T	16	7,900	0,46	162	688,0	33,09	87,088
	de	P	7	7,900	0,46	135	603,8	29,04	76,430
	VEST	N	9	—	—	27	85,0	4,05	—
3	ASIA (Japonia)		1	0,775	0,04	39	157,0	5,62	202,580
4	AFRICA, R. S. A.	N	1	—	—	4	9,2	0,04	—
B.	TOTAL ȚĂRI ÎN	T	72	1180,965	66,67	180	500,3	24,06	0,424
	CURS DE DEZVOLTARE	P	38	1180,965	66,67	141	396,6	19,07	0,336
		N	34	—	—	39	103,7	4,99	0,098
1	AMERICA LATINĂ	T	23	261,930	14,79	75	227,5	10,94	0,86
	și de Sud	P	10	261,930	14,79	60	155,2	7,46	0,59
		N	13	—	—	15	72,3	3,48	—
2	AFRICA	T	23	244,960	13,83	29	29,9	1,43	0,122
		P	8	244,960	13,83	13	18,8	0,90	0,076
		N	17	—	—	16	11,1	0,53	—
3	ORIENTUL	T	17	619,500	34,99	29	121,6	5,85	0,196
		P	15	619,500	34,99	25	110,4	5,31	0,178
	MIJLOCUL	N	2	—	—	4	11,2	0,54	—
4	ASIA de	T	9	54,435	3,07	51	121,3	5,84	2,228
	SUD-EST +	P	7	54,435	3,07	47	112,2	5,39	2,226
	AUSTRALIA	N	2	—	—	4	9,1	0,45	—

T = Total țări producătoare + neproducătoare *P* = țări producătoare N = țări neproducătoare

Astfel, produsele chimice sînt folosite astăzi ca materie primă în proporție de pînă la peste 95% în componența diverselor produse chimice de sinteză și prelucrare în diversele industrii, cum sînt :

— industria cauciucului sintetic, a fibrelor și pielei sintetice etc. ;

— industria chimică și chimico-farmaceutică ;

— industria confecțiilor și a bunurilor de larg consum ;

— industria materialelor plastice, care produce an de an o gamă tot mai variată de sortimente pentru toate ramurile și subramurile industriei.

De remarcat faptul că, în ultimul timp, produsele petroliere și gazeifere au început să fie utilizate și în industria alimentară de sinteză, unde se investesc, de asemenea an de an sume apreciabile. Un exemplu în acest sens, îl constituie investițiile pentru construirea a două instalații de proteine în Franța (Laverta) și Scoția (Grangemouth), în valoare totală de 7,0 mil. $ — SUA, care vor intra în funcțiune la finele acestui an, ambele avînd ca materie primă gazele de petrol și, respectiv, parafina normală (la a doua instalație).

Față de avantajele excepționale care le oferă produsele petroliere și gazeifere în dezvoltarea și acoperirea necesităților tot mai mari ale industriei, trebuie menționat faptul că numărul de instalații, precum și capacitățile acestora destinate prelucrării și apoi chimizării produselor respective, au crescut an de an.

Pentru a avea o imagine clară asupra consumului de țiței și de gaze față de producție pe zone geografice, este suficient să se arate aspectele consumului numai în ceea ce privește cantitatea prelucrată, întrucît, după cum se poate constata din tabela 2, produsele rezultate din prelucrare sînt consumate de țările puternic industrializate, care dețin cele mai mari capacități de prelucrare și chimizare.

Astfel, pentru prelucrarea în faza primară a țițeiului extras, în special numai în țările capitaliste dezvoltate, și în curs de dezvoltare, numărul rafinăriilor în funcțiune în anul 1970 se ridică la 695, cu o capacitate totală de 2079,4 mil. t/an, față de anul 1965, cînd atingeau doar 1 504,6 mil. t/an.

După cum rezultă din analiza tabelei 2, numărul de țări producătoare de petrol (fără țările socialiste) este de 50, în timp ce numărul total de țări care au rafinării de petrol este de 92.

Din capacitățile totale de prelucrare circa 76% sînt deținute de 20 de țări capitaliste dezvoltate din grupa A, dintre care numai 10 țări sînt producătoare de petrol care, de altfel, dețin 71,45% din capacitatea totală.

Pe locul I se află S.U.A. și Canada, care dețin 33,66%, urmate de țările din Europa Occidentală cu 33,09%, apoi Japonia cu 5,62% și, în fine, Republica Sud-Africană cu 0,04%.

Capacitatea medie de prelucrare a acestor țări este de 2,714 ori mai mare decît producția lor internă, locul I fiind deținut de Japonia, a cărei capacitate este de 202 ori mai mare decît producția internă (157 mil. față de 0,775 mil. t/an), iar țările Europei de Vest de 87 ori (688 față de 7,9/mil. t/an), în timp ce S.U.A. și Canada, a căror producție reprezintă 32,36 din totalul producției, au capacitățile de prelucrare cu numai 1,22 ori mai mari.

În ceea ce privește țările în curs de dezvoltare (grupa B), care dețin 66,67% din producția mondială a țărilor capitaliste, capacitatea de prelucrare este de 24,06%, iar față de producția proprie reprezintă doar 42,4%.

Cu excepția țărilor din sud-estul Asiei, unde capacitatea de prelucrare este cu 2,28 ori mai mare decît producția internă, în restul țărilor din celelalte zone aceste capacități reprezintă doar 86% pentru țările Americii Latine și de Sud, 19,6% pentru Orientul Mijlociu și, în fine, 12,2% pentru țările din Africa.

Față de aceste date, rezultă că, în timp ce țările în curs de dezvoltare, în special cele din Orientul Mijlociu și Africa de Nord, sînt centre de producție, țările capitaliste dezvoltate sînt centre ale consumului, acestea din urmă deținînd monopolul asupra tehnologiei prelucrării adîncite și chimizării hidrocarburilor, precum și asupra construcției de instalații, mașini și utilaje, construiesc an de an noi obiective, care solicită tot mai mari cantități de țiței și gaze, favorizînd astfel o creștere ritmică a producției în țările producătoare.

BIBLIOGRAFIE

* * * În: Petroleum Press Service I, II, III—1970.

* * * În: Oil Gaz j. 1969—1970.

* * * În: Chais Manhatan Bank 1969.

Aspecte din dezvoltarea exploatării gazului metan în România

B. Popa şi T. Mihăilescu

La 10 noiembrie 1971 s-au împlinit 65 de ani de cînd profesorul Eugen Chonoki de la Universitatea din Cluj publica un articol ce poate fi socotit principalul imbold pentru efectuarea primelor foraje cu caracter de cercetare minieră în Bazinul Transilvaniei, menite să ducă la descoperirea sărurilor de potasiu despre a căror existenţă vorbea profesorul Bernhardt Cotta din Freiberg, exact acum 100 de ani [1]. Cînd însă la 28 noiembrie 1908, în timpul lucrărilor de foraj executate de firma Iohann Thumann din Halle, se observau uşoare erupţii de gaz metan în sonda de la Sărmăşel [2] şi cînd, în anul următor, 1909, aceste erupţii ajungeau la presiuni puternice, de 80—100 at şi la un impresionant debit în liber (912 124 m³ în timp de 24 de ore, debit care se situa pe al 4-lea loc în lume), faptul a constituit totuşi o „neplăcută surpriză" [3].

Fără îndoială, se înregistrează acum unul dintre momentele cele mai curioase din întreaga istorie a gazului metan. Prezenţa acestei imense bogăţii naturale devenise supărătoare şi era privită cu ostilitate de cercurile oficiale, care doreau continuarea forajului pentru a găsi săruri de potasiu. Chiar expertiza unui for de specialitate, care intenţiona studierea problemei gazului metan în vederea valorificării lui, era cît se poate de nefavorabilă [3].

Întreprinderile particulare au fost desigur influenţate de această expertiză şi nu s-au grăbit să ia atitudine favorabilă exploatării gazului metan, deşi zilnic se pierdeau în aer cantităţi echivalente cu valoarea a 150 de vagoane de cărbune [4].

La 30 iulie 1911, dată pînă la care s-a pierdut un volum de un miliard m³ gaz metan, echivalent cu 700 000 t cărbune, sonda de la Sărmăşel s-a închis. Peste 3 luni, la 29 octombrie 1911, gazul metan devenise din nou un obiect de aprige discuţii. Un martor ocular spunea că de la 350—700 m depărtare de sonda de la Sărmăşel gazul metan începuse să erupă, formînd cratere mai mari sau mai mici pe moşia baronului Banfy din apropiere [5]. Evenimentul a impresionat profund. Ziarele, revistele de cultură generală şi de specialitate comentau erupţia în care vedeau un lucru neobişnuit, un fenomen menit să provoace panică şi groază. S-au dat diverse interpretări, uneori fanteziste, s-au ivit polemici în legătură cu cauzele erupţiei, întrucît unii au considerat-o efectul unui cutremur de pămînt, negîndu-i astfel legătura cu sonda de la Sărmăşel, iar alţii au pus la îndoială înseşi calculele făcute pentru a se determina intensitatea de erupţie a sondei. Au fost şi cazuri de analiză juridică a erupţiei, în care pagubele materiale produse pe moşia baronului Banfy puteau fi considerate, fie ca un efect al unor mişcări tectonice pentru care nimeni nu era răspunzător, fie ca un efect al închiderii defectuoase a sondei de la Sărmăşel, pentru care oficialităţile trebuiau să răspundă. Este evident că faptul ilustra dificultăţile pe care le întîmpinau prospecţiunile geologice în condiţiile societăţii capitaliste. Dacă explozia nu ar fi ridicat problema responsabilităţii şi a despăgubirilor pretinse, nu i-ar fi trecut nimănui prin minte să găsească alte cauze ale erupţiei, decît închiderea sondei.

În orice caz atmosfera defavorabilă gazului metan, constatată mai înainte, începe să se destrame. Sonda de la Sărmăşel se deschide, rămînînd în erupţie liberă, pentru a se canaliza ieşirea gazului numai prin coloana forată. Era o dovadă că gazul metan îşi dovedise necesitatea şi deci reprezenta o sursă continuă de energie, care putea fi captată, realizîndu-se foloase colosale şi compensîndu-se cheltuielile de foraj întreprinse.

Valorificarea lui nu mai putea să întîrzie mult. La aceasta au contribuit desigur şi cei care, încă mai înainte de erupţia din 29 octombrie 1911, îi întrevăzuseră viitorul. Ne facem o datorie să relevăm aici aportul substanţial adus de o serie de oameni de ştiinţă şi ingineri români, maghiari şi germani, care au atras atenţia oficialităţilor atît asupra regiunilor din Transilvania spre care trebuiau îndreptate cercetările, în vederea identificării zonelor bogate în gaz metan, cît şi asupra utilizării lui. Într-adevăr, sub conducerea profesorului Hugo Böchk se obţin o serie de rezultate pe baza observaţiilor făcute de un grup de entuziaşti cercetători ca Vasile Lazăr, Otto Phleps, Pavai-Vajna, Strömpel Gabor, Vitalis Istvan, Pop Simion, care confirmau existenţa gazului metan în cantităţi mari, acolo unde anticlinalele se lăţesc şi formează domuri cu înclinări lente. Sondele plasate la Bazna, unde de mult constituia o atracţie iluminatul băilor cu gaz metan, captat cu pîlnii din apele minerale, şi unde încă din 1672 se cunoşteau izvoare de gaz, la Saros (Deleni), unde din 1811 se cunoştea

denumirea de Zugo (murmur, vuet) și unde ciobanii obișnuiau să-și coacă cocenii de porumb la flăcările produse de gazul metan, la Samșudul de Cîmpie (Șincai), la Copșa Mică și la Zăul de Cîmpie (Moinești) au dat rezultate dintre cele mai încurajatoare.

Decretîndu-se monopolul explorării și exploatării gazului metan se invită, în anul 1913, reprezentanți ai capitalului englez, să examineze și să aprecieze rentabilitatea zăcămintelor de gaz metan în vederea încheierii unor tranzacții de concesionare. Datorită acestor împrejurări au venit în Transilvania doi experți americani, ing. Alten S. Miller și geologul Frederikk S. Clapp, care, folosind lucrările cercetătorilor locali, ajung la concluzia că suprafața productivă a celor 36 de domuri cu gaz metan putea fi evaluată la 515,5 km . Pe această suprafață se putea obține o cantitate de gaz metan de 140 000 000 m³. Pornind de la aceste cifre Bazinul Transilvaniei dispunea de o cantitate de 72 miliarde m³ de gaz metan [6, 7].

Calculele acestea, chiar la puțin timp după formularea lor, au fost socotite prea prudente. De aceea ele au fost dublate și chiar triplate de către unii cercetători români [2, 8, 9].

Cei doi experți americani manifestau apoi și unele rezerve în ceea ce privește construcția de conducte, recomandînd să se evite construcția de conducte lungi, deoarece cantitatea și durabilitatea în timp a gazului metan nu era deplin clarificată. Asemenea constatări nu erau prin urmare întru-totul favorabile perfectării unor concesionări capitalului englez, pe care îl reprezentau Alten S. Miller și Frederikk S. Clapp.

Unele planuri de a construi conducte la Tg. Mureș, Dumbrăveni, Cluj, Oradea Mare, Arad nu s-au realizat.

Paralel cu tratativele de a se încheia convenții cu capitaliștii străini, s-au înregistrat și unele concesionări interne, cu un caracter mai mult local. Specialiști de la uzinele Solvay din Uioara (Ocna-Mureș), încă din anul 1910 propun introducerea gazului metan în uzină.

Propunerea se realizează abia în anul 1914, cînd se termină prima conductă de mare presiune din Transilvania, Între timp, în 1912 se înființase și *Prima societate ardeleană de conducte de gaz*, formată din uzinele Solvay din Uioara și Fabrica de ciment din Turda. Capacitatea de transport a conductelor era atunci de 250 000 m³ gaz metan pe zi, în funcție de presiunea normală a sondelor. Consumul real era însă mult mai mic, fiind cuprins între 150 000 și 200 000 m³.

Pentru distribuția gazului metan în orașul Turda la 26 noiembrie 1915, se înființează societatea economică Sagapam, iar la Tîrnăveni, după puțin timp, o altă societate de distribuție, Sagamet [10].

În anul 1916 apar și unele articole care încep să se ocupe cu importanța economică a gazului metan pentru orașele din Transilvania [11]. Ca urmare, în unele orașe ca, de exemplu, Sibiul, se pun în 1918 bazele firmei *Hermanstädter Erdgas-Aktiengesellschaft*, de la care au rămas statutele. Printre altele, articolul 4 din statut prevedea introducerea gazului metan la Sibiu [12].

Firește că în această primă perioadă din istoria exploatării gazului metan era vorba de folosirea lui mai mult drept combustibil industrial sau menajer cu excepționale calități : ardere completă și fără fum, posibilități de reglare ușoară a temperaturii de încălzire, folosirea unui aparataj simplu și, în plus, un preț de cost redus în comparație cu alți combustibili.

Începuturile sînt incontestabil promițătoare. Ele poartă amprenta pionieratului, din care s-au născut, după anul 1918, alte preocupări mai largi. Este adevărat, asemenea aspirații au întîmpinat multe greutăți. De la 89 km în 1918, se ajunge în 1938 la 187 km conductă lungime. De la 9 000 m foraj se ajunge la peste 21 000 m în 1939 [13]. În ceea ce privește consumul, acesta era în 1939 de 311 milioane m³, față de peste 113 milioane m³ în 1918 [14, 15].

La alimentarea cu gaze a trei orașe (Turda, Tîrnăveni și Mediaș) în 1918 se mai adaugă alte patru : Tg. Mureș (1930), Sighișoara (1936) Sibiu (1937) și Brașov (1942) [16]. Pentru o perioadă de un sfert de veac, cifrele de mai sus arată că s-au neglijat finanțările de investiții mai cuprinzătoare.

În 1927, în cadrul unor discuții organizate la Comitetul pentru utilizarea rațională a combustibilului, asupra procedeelor pentru înlocuirea cărbunelui metalurgic, se critica faptul că nu s-au găsit mijloacele necesare pentru a se face încercări de aplicare a brevetului ing. Guman de la U. E. G., privitor la reducerea oxidului de fier cu gaz metan, ceea ce ar fi înlăturat folosirea cocsului metalurgic la fabricarea oțelului, fapt de o însemnătate covîrșitoare pentru industria metalurgică a țării noastre de atunci. Inițiativele de aplicare a brevetului Guman nu au lipsit. Încă din anul 1920 s-a încercat experimentarea lui, fără a se reuși să se strîngă fondurile necesare.

Nici după 1926 nu s-a reușit experimentarea brevetului Guman [17]. Aceasta dovedește că fără investiții valoarea potențială, reală și de utilizare a gazului metan era mult diminuată. În plus, pînă în anul 1931, datorită faptului că gazul metan se vindea la consumatori într-un sistem de plată caracterizat prin fixarea cu aproximație a unei sume globale (paușal), s-a făcut mare risipă de gaze prin menținerea în funcțiune a unor arzătoare rudimentare, fie că erau sau nu necesare și economice. Introducerea, după 1931, a contoarelor a însemnat

de aceea un progres important, întrebuințîndu-se arzătoare de gaz mai raționale decît înainte și realizîndu-se serioase economii prin restrîngerea orelor de consum la strictul necesar [18]. Un astfel de arzător de gaz era cel cu distribuitor lamelar, (brevet românesc nr. 22 242/1933). Paralel s-au înlocuit și sobele vechi cu sobe speciale pentru încălzit (radiator Sonametan, soba de bucătărie) [19].

Unele realizări s-au obținut și în transportul gazului metan la distanțe mari prin butelii în urma instalației stațiunii de comprimare de la Mediaș din 1934 . Pot fi menționate în special aplicațiile gazului metan comprimat la aparatele sanitare și de laborator [20].

În sectorul industrial risipa de gaz metan, deși procentual mai mică, a fost totuși mai dăunătoare economiei naționale, deoarece cantitățile consumate erau mai mari. Aici arzătoarele folosite nu au fost înlocuite cu altele mai raționale.

Valoarea de utilizare a gazului ca materie în industria chimică se realizează mai ales către sfîrșitul perioadei de care ne ocupăm. Astfel, în 1938 se pune în funcțiune la Mediaș o instalație pentru fabricarea negrului de fum prin disocierea gazului metan [21]. Prima instalație de acest gen din România avea la bază brevetul românesc nr. 24 575, completînd fabricarea negrului de fum după procedeul american al „canalelor" utilizat în alte două fabrici de negru de fum din Copșa Mică. Produsele acestor trei întreprinderi purtau în 1938 denumirile *Carbomet nr. 3*, *Metanex 37* și *Carboterm 20* și erau utilizate la obținerea vopselei și în industria cauciucului [21].

În 1936 la Tîrnăveni s-a construit și prima instalație din Europa pentru fabricarea amoniacului sintetic pe bază de gaz metan, procedeu care a fost aplicat în anul 1945 și la Făgăraș, iar ulterior în întreaga industrie de îngrășăminte cu azot din țara noastră. Cîțiva ani mai tîrziu, în anul 1941, la Uzinele chimice Copșa Mică s-a realizat prima instalație din lume pentru fabricarea formaldehidei prin procedeul de oxidare directă a metanului, instalație care a funcționat pînă în anul 1964, în prezent procedeul fiind depășit de fabricarea formaldehidei prin oxidarea catalitică a alcoolului metilic, care la rîndul său se obține din gaz metan [22].

Nu lipsește în perioada dintre cele două războaie mondiale nici o serie de studii valoroase asupra gazului metan din punct de vedere chimic. Dintre ele amintim doar cîteva, elaborate de chimiștii C. C â n d e a, J. K u h n, I. M u r g u l e s c u și P. S t a e h e l i n. În anul 1939, Virgil Pavlu susține și prima teză de doctorat la Facultatea de chimie a Școlii politehnice din București, tratînd despre gazul metan, și anume problema obținerii sulfului din pirită prin reducere cu această hidrocarbură.

Deosebit de valoroase au fost și lucrările geologice întreprinse în cadrul Institutului geologic din București, de către I o n A t a n a s i u, și în cadrul Serviciului geologic al Sonametanului, sub conducerea lui L. M r a z e c, de către A r t h u r E r n i, D. C i u p a g e a și A. V a n c e a.

Perioada cea mai importantă din istoria gazului metan începe însă o dată cu eliberarea țării noastre la 23 August 1944. Cîteva cifre sînt în această privință deosebit de grăitoare. Dacă în 1939 metrajul forajului geologic era de circa 21 000 m, în anul 1969 acest metraj depășește 1 185 500 m [13]. Dacă în anul 1938 producția de gaz metan atinge 311 milioane m^3, în anul 1969 ea atinge peste 19 miliarde m^3 [14]. Față de anul 1965 creșterea este de 7 miliarde m^3. Pe cap de locuitor producția de gaz metan a crescut de la 19,3 m^3, în 1938, la 316,7 m^3, în anul 1969. Cît despre conductele de transport, care în 1938 erau de 187 km, și cu un diametru redus, în 1969 lungimea lor depășea 5 000 km, cu un diametru mult superior și cu stații de compresoare intermediare.

La puțin timp după 23 August 1944 necesitățile din ce în ce mai mari de combustibil în regiunea petrolieră Valea Prahovei și în București au impus accelerarea lucrărilor de construcții a conductelor magistrale pentru transportul gazului metan din Transilvania. La 11 noiembrie 1946 sînt alimentate fabricile din Azuga, la 17 decembrie cele din Cîmpina, iar la 18 decembrie, orașul București. Peste puțin timp, în februarie 1947, Clujul este și el alimentat cu gaz metan, urmînd apoi după 1955, orașele Gherla, Dej, Baia Mare și Satu Mare, în zona nord-vestică. Alte zone alimentate cu gaz metan sînt : spre vest Hunedoara și Timișoara, spre est Bacău, spre sud Victoria etc. [18].

Aceste acțiuni de impunătoare proporții au fost însoțite și de o serie de măsuri complimentare, generate de nevoile obiective ale asigurării unei dezvoltări armonioase a exploatării gazului metan. Vom aminti doar cîteva din ele. Astfel, evaluarea zăcămintelor de rezervă prin identificări pe cale de prospecțiuni geologice moderne sau modernizate, ca : electrometrice, seismometrice, geochimice, radiometrice etc., a dat rezultate deosebit de bune, descoperindu-se noi structuri de gaze la Filitelnic, Corunca, Ernei, Dumbrăvioara, Păingeni, Bogata de Mureș, între 1945—1962 și Șoimuș, Grebeniș, Dobra, Bozed-Băla-Laslău, Șoimul Mare, în 1962—1969 [1]. Într-adevăr, dacă în anul 1938 se aprecia că rezervele de gaz metan puteau acoperi consumul [18], față de amploarea exploatării de după 23 August 1944, aceste rezerve trebuiau mult mărite, așa cum s-a văzut mai sus. De aici și marea necesitate de a se economisi și raționaliza consumul gazului metan prin instalații de

contoare și aparate de măsură la consumatori, prin fabricarea unor tipuri de arzătoare și aparate raționale de ars pentru utilizările industriale. Realizări în acest sens sînt arzătoarele industriale cu aer insuflat, tip G. A. R. (STAS 4395—64); [22], arzătoarele pentru uz industrial tip G.A.P. (STAS 4396—54), supapele de blocare la aparatele pentru gaz metan (STAS 4581—68) etc.

De asemenea, controlul termotehnic al instalațiilor de ardere, dublat de obligația de a se justifica consumul de gaze în întreprinderile industriale, a fost fără îndoială o măsură eficientă, ca și respectarea potențialului de producție a sondelor, utilizîndu-se cît mai economic presiunile lor naturale, prin întocmirea graficelor de producție rațională pentru fiecare sondă în parte, pe orizonturi și cîmpuri productive, prin împărțirea sondelor productive pe categorii de presiune și sisteme de conducte colectoare și transport. S-au stabilit trei asemenea categorii de sonde:

a) sonde din orizonturile superioare pentru consumul local sau pe o rază de 15—20 km;

b) sonde din orizonturile mijlocii, cu presiuni mai mari decît cele de plecare, necesare la capătul conductelor pentru transportul la mare distanță;

c) sonde din orizonturile inferioare, pentru ejectarea gazelor produse din sondele de categoria *a* și *b*, atunci cînd presiunea a scăzut sub cea de plecare, necesară la capătul conductelor de transport [18].

Direcția generală a gazului metan, în colaborare cu Institutul de energetică al Academiei R. S. R., a proiectat și a construit un tip de compresor cu jet, care utilizează cu succes drept energie excedentul de presiune al gazelor din orizonturile inferioare, menite astfel să fie pierdute prin strangulare.

Firește că astfel de măsuri au permis, între altele, ca, pentru prima dată în istoria gazului metan din România, acesta să se și exporte peste hotare. Potrivit datelor din Anuarul statistic al Republicii Socialiste România pe anul 1969, între anii 1960 și 1969 s-au exportat peste 2 milioane m³ gaz metan [24].

Tot pentru prima dată, în anul 1957, au fost exploatate și zăcămintele de gaz metan de la Gura Șuții, județul Dîmbovița, precum și cele de la Vlădeni, Mărgineni și Măneşti de lîngă Ploiești [16].

În anii regimului popular se inaugurează prin urmare o perioadă de exploatare și de folosire rațională a acestei bogății naturale. În acești ani s-a reluat chiar experimentarea din 1934—1939, de la Sonametan, a utilizării gazului metan drept carburant în locul benzinei, la motoarele de tracțiune rutieră. Astfel, în 1948 Intreprinderea de transporturi-București avea în exploatare autobuze acționate de motoare alimentate cu gaz metan. În întreprinderile comunale din Mediaș, Cluj și Tg. Mureș, în perioada anilor 1951—1953, s-au efectuat experimentări cu caracter izolat pe autobuzele acționate cu gaz metan, doar pe trasee scurte, de 3—6 km.

Din cauză că aceste experimentări s-au făcut pe tipuri de motoare variate cu grade de uzură diferite și în întreprinderi deosebite, precum și datorită faptului că experimentările nu s-au efectuat sistematic, rezultatele nu au fost concludente. În 1969 s-a ridicat însă din nou problema reluării lor, avîndu-se în vedere prețul extrem de redus al gazului metan față de benzină [27].

Preocupare pentru crearea unei structuri moderne a industriei nu putea să nu se reflecte și în ceea ce privește valorificarea superioară a gazului metan ca materie primă. Direcțiile principale de chimizare a metanului: negrul de fum, amoniacul, acetilena, metanolul, formaldehida, alcoolii superiori, îngrășămintele azotoase etc. s-au făcut simțite în țara noastră cu deosebire în anii socialismului. Această privire de ansamblu nu ne permite să intrăm în amănunte în acest domeniu. Amintim doar că negrul de fum, fabricat astăzi la Uzinele din Copșa Mică, acoperă nevoile interne ale țării. De la 657 t de negru de fum fabricat în 1938, s-a ajuns în 1970 la 72 474 t [26]. În anul 1969 se exportau 21 400 t de negru de fum [14]. Mai putem aminti că la Combinatul din Victoria se utilizează gazul metan la fabricarea gazelor de sinteză și a produselor derivate: metanolul, formaldehida. Începînd cu anul 1969, la Combinatul petrochimic din Rîmnicu-Vîlcea se produc alcoolii: butilic, izobutilic și 2-etilhexalic, utilizîndu-se ca materie primă gazul de sinteză obținut prin cracarea metanului cu vapori de apă și cu bioxid de carbon.

Chimizarea gazului metan a permis prin urmare realizarea unui larg sortiment de produse necesare economiei naționale. La Congresul al X-lea al P. C. R. tovarășul Nicolae Ceaușescu spunea că producția chimică din țara noastră va crește pînă în 1975 cu 82—92% față de anul 1965, între altele și pe baza gazului metan. Potrivit Directivelor Congresului al X-lea al P. C. R. privind planul cincinal pe anii 1971—1975 extracția de gaz metan va ajunge în anul 1975 la 22—24 milioane m³. Capacitatea de transport va fi mărită prin construirea în cincinalul 1971—1975 cu noi conducte și prin montarea de stații moderne pentru comprimarea gazelor în schelele de extracții și pe terasele conductelor magistrale.

Este incontestabil faptul că asemenea perspective nu pot fi disociate nici de munca de cercetare științifică și tehnică depusă în cadrul unor organisme înființate în ultimii ani: Întreprinderea de prospecțiuni geologice și geofizice (I. P. G. G.), Întreprinderea de laboratoare geologice (I.L.G.E.O.) transformat în

Institut de cercetări și proiectări geologice (I. C. P. G.), Centrul de cercetări geofizice, unitățile geofizice ale Comitetului de stat al geologiei și ale Ministerului Minelor, Petrolului și Geologiei. Ar fi imposibil să schițăm măcar rapoartele și publicațiile elaborate de aceste organisme, la care s-ar mai putea adăuga și multe altele datorate strădaniilor unor cadre didactice de la Institutul de petrol, gaze și geologie din București sau de la Institutele politehnice din țară.

Ar fi de aceea de dorit ca istoria de peste șase decenii a gazului metan din România să nu se mai lase prea mult așteptată, articolul de față neavînd altă pretenție decît de a o prezenta într-o formă cu totul generală. Încercarea noastră, prima de acest gen, evident pe o perioadă de 60 de ani, rămîne astfel cu totul insuficientă pentru cunoașterea tuturor aspectelor sub care poate fi privită dezvoltarea exploatării gazului metan în acest interval de timp.

BIBLIOGRAFIE

1. Vancea, A. Simpozion organizat cu ocazia împlinirii 60 de ani ai industriei de gaze din R. S. România. Culegere de referate. Mediaș, 2—4 octombrie, 1969.
2. Böhm, Fr. În: Berichte über die Resultate der bisher zur Erforschung der Erdgasvorkmmen des Siebenbürgidchen Bekens vorgenommen Unterschungen. 1 Teil. Budapest, 1911.
3. Lazăr, V. Gazul metan. Cluj, Editura ziarului „Voința", 121.
4. Gumann, E.: În: Industrie Zeitung, Brașov, **6**, nr. 1, 1926.
5. Loczy, L.: În: Földtami Közlony, Budapesta, **42**, nr. 1, 1912.
6. Clapp, Fr. și Miller, A. Raport on the Known Natural Gas Fields of Transilvania. Budapest, 1913.
7. Clapp, Fr. În: Bulletin American Asoc. of Petrol Geologist, Chicago, 8, nr. 2, 1924.
8. Letso, V. În: Annales des Mines de Roumanie, București, 5, nr. 11, 1922.
9. Popescu-Voinești, I. Elemente de geologie generală, Ediția a 2-a Cluj, 1924.
10. Motas, C. I. Valorificarea subsolului de gaz metan din Ardeal. București, 1931.
11. Otto, ott. În: Kronstädterzeitung, nr. 82—84, 1916.
12. * * * Statutenentwurf der „Hermannstädter Erdgas." Aktiengeselschaft. Sibiu, 1918.
13. Paraschiv, D. Simpozion ..... Mediaș, 2 — 4 octombrie 1969.
14. * * * Anuarul statistic al R. S. România, 1970.
15. * * * Problema gazului metan. Cluj, tiparul Cultura, 1928.
16. * * * Monografia geografică a Republicii Populare Române. Vol. 2, partea 1. Geografia economică pe ramuri. București, Editura Anal. R. P. R. 1960.
17. * * * Asupra procedeelor pentru înlocuirea cărbunelui metalurgic. București, tiparul Cultura națională, 1927 (Institutul Național Român pentru studiul amenajării și folosirii izvoarelor de energie. Referate și rapoarte tehnice, nr. 19.).
18. Motas, V. În: Petrol și gaze, 8, nr. 9—10, 1957.
19. * * * Gazul metan, combustibilul indigen ideal în variatele lui întrebuințări (menaj și industrie). București, 1935.
20. Constantinescu, M. Gazul metan comprimat la Cluj. București, 1935.
21. Constantinescu, M. Industria chimică în România vol. 2. Societatea Națională de gaz metan, Mediaș, București, 1939.
22. Puiu, Al. Valorificarea superioară a resurselor naturale, București, Editura Acad. R. S. R., 1969.
23. Popa, B., Apahideanu, B. și Kovacs, ST. În: Simpozion..... Mediaș, 2—4 oct., 1969.
24. Vasilescu, C. A., Pismer, V., și Svarmos, P. Simpozion .... Mediaș, 2—4 oct. 1969.
25. Ariesan, C. Simpozion .... Mediaș, 2—4 oct. 1969.
26. . * * * Buletin statistic trimestrial, 1, 1971.

DOCUMENTARE

Leibson, M. G. ş. a. *Cu privire la metoda determinării eficienţei lucrărilor de explorare geologică pentru petrol şi gaze.* În : Ekonomika nefteanoi promîşlennosti, nr. 9, sept. 1971, p. 15

Autorii expun metoda propusă pentru calculul eficienţei economice a lucrărilor de explorare geologică. Drept indicator de eficienţă a acestor lucrări ei admit mărimea potenţială a beneficiului, pe care o pot asigura petrolul şi gazele din zăcămintele descoperite, după punerea lor în circuitul economiei naţionale.

Beneficiul potenţial de pe urma utilizării industriale a rezervelor de petrol stabileşte ca fiind diferenţa dintre valoarea industrială a petrolului şi preţul de cost însumat al prospectării, exploatării, extracţiei, transportului şi prelucrării. Mărimea valorii industriale a o tonă de petrol rezultă din însumarea preţurilor cu ridicata ale produselor petroliere principale ce se pot obţine din fiecare tonă de petrol brut extras.

Mişunina, Z. A. *Relativ la problema genezei petrolului în formaţiunile carbonatice.* În : Sovetskaia geologhiia, 14, nr. 8, aug. 1971, p. 100

Orientările cercetărilor principale s-au axat pe clarificarea condiţiilor de acumulare a substanţei organice în depunerile formaţiunilor carbonatice, istoria postsedimentară a acestora şi, legată de ea, migrarea primară a petrolului. Prin cercetări geologo-geochimice complexe s-a stabilit că este posibilă acumularea în rocile formaţiunilor carbonatice a unor cantităţi importante de substanţă organică, în compoziţia ei fiind prezente hidrocarburile de petrol. Suitele producătoare de petrol reflectă numai etapele scurte ale condiţiilor favorabile pentru formarea petrolului, care au existat în perioada de sedimentare a complexelor de faciesuri multiple ale formaţiunilor carbonatice. S-au stabilit criteriile de diagnosticare şi s-au evidenţiat trei tipuri de litofacies pentru suitele generatoare de petrol, ce se deosebesc prin caracteristici chimico-bituminologice.

La baza tipizării genetice a suitelor producătoare de petrol stau factorii principali ai formării petrolului — faciesurile şi litogeneza.

Experienţele efectuate cu instalaţia de mare presiune, precum şi cercetările luminiscento-microscopice au arătat că, în rocile formaţiunilor carbonatice, migrarea primară a fluidelor bituminoase are un caracter polifazat şi că ea se produce în etape, începînd cu etapa diagenezei timpurii.

Muhin, L. K. ş. a. *Influenţa fluidelor de foraj pe bază de hidrocarburi asupra permeabilităţii colectoarelor productive.* În : Burenie, nr. 8, aug. 1971, p. 14

Se arată că unele fluide de foraj pe bază de hidrocarburi pot avea o influenţă importantă asupra permeabilităţii colectorului productiv. Astfel, ţiţeiul de schelă şi emulsiile hidrofile formate pe bază lui pot reduce permeabilitatea colectorului cu 30—60% şi aceasta cu atît mai mult cu cît este mai ridicată temperatura lui. Faptul se explică prin ajungerea în spaţiul poros al stratului colector a fazei apoase din emulsia hidrofilă, a particulelor fine disperse, a stabilizatorilor emulsiei, precum şi prin adsorbţia asfaltenelor din ţiţei. S-a stabilit că filtrarea prin gresia naturală a fluidului de foraj pe bază de hidrocarburi are un caracter atenuant. Se arată că filtraţia nu poate servi drept criteriu la alegerea fluidului de foraj pentru deschiderea stratului productiv. Pe baza cercetărilor experimentale se trage concluzia că pentru deschiderea colectorului productiv se poate recomanda un fluid de foraj numai după determinarea influenţei lui asupra permeabilităţii modelului de strat.

Berezina, S. A. ş. a. *Experienţa în programarea lucrărilor de foraj în S. U. A.* În : Organizaţia i upravlenie nefteanoi promîşlennosti, nr. 8, aug. 1971, p. 29.

Se descrie experienţa de peste hotare în programarea lucrărilor de foraj şi automatizarea conducerii proceselor de foraj cu utilizarea tehnicii maşinilor de calculat, ceea ce permite accelerarea introducerii de către antreprenorii de foraj a noilor mijloace tehnice şi a tehnologiei moderne, asigură extinderea rapidă a metodelor şi procedeelor de lucru celor mai perfecţionate şi, pe seama acestora, obţinerea unei îmbunătăţiri substanţiale a tuturor indicatorilor tehnico-economici.

* * * *Evaluarea bazinului lui Cooper în Australia.* În : Petroleum Press Service, **XXXVIII**, nr. 9, 1971, p. 349

Delhi International Oil, din Dallas, Texas, a anunţat un program de forare extensivă în vederea evaluării rezervelor de petrol, de gaze naturale şi de condensate de gaze, împreună cu cele descoperite în partea de sud a bazinului lui Cooper în Australia de sud şi în Queensland. Vor fi folosite cinci structuri pentru acest program de forare a 26 puţuri, care va costa 8,3 mil. dolari S. U. Rezervele descoperite vor trebui să fie suficiente pentru a furniza gaze naturale în regiunea oraşului Sydney pe o perioadă de 30 de ani.

În afară de aceasta, programul de foraj va permite ca societăţile producătoare să poată evalua cantităţile de petrol, condensate şi lichide disponibile pentru proiectarea unor instalaţii de hidrocarburi lichefiate. Proiectul principal prevede construirea acestor instalaţii pe zăcămînt, în Adelaida, în Australia de sud, cum şi a unei conducte pentru lichide de la Bazinul lui Cooper la Adelaida. În prezent se efectuează studii pentru a estima debuşeul cel mai interesant, fie în Australia, fie în Extremul Orient, atît din punct de vedere al volumului, cît şi al preţului.

S-a semnalat, de asemenea, că puţul de confirmare Tirrawarra Nr. 2 în Australia de sud a dat ţiţei de 53° densitate în cantitate de 1 500 barile/zi, printr-o doză de jumătate ţol în timpul unui test de carotaj la o adîncime între 9 797 şi 9 868 picioare. Zăcămîntul de petrol de la Tirrawarra se găseşte la circa 20 mile la nord de zăcămintele de gaze productive de la Gidgealpa şi Moomba.

Sokolov, V. A. ş. a. *Compoziţia hidrocarburilor gazoase drept indicator al migrării lor şi al amplasării zăcămintelor de petrol şi gaze.* În : Gheologhiia nefti i gaza, **15**, nr. 9, sept. 1971, p. 40

În articol se examinează relaţia dintre adîncimea şi mărimea raportului dintre metan şi suma hidrocarburilor mai grele din complexele de gaze, de petrol şi de gaz condensat. Se arată că valorile maxime ale acestei mărimi se referă la complexe curat gazifere, formate la adîncimi mici în cadrul unei migrări laterale, îndepărtate precum şi la gazele vulcanilor noroioşi. Valorile reduse ale acestei mărimi se referă la zăcăminte petroliere cu gaze însoţitoare.

Relaţiile şi mărimile obţinute, confirmînd migrarea şi diferenţierea gazelor, pot fi utilizate drept indicatori la lucrările de prospecţiuni petrogazifere.

Badalov, T. A. *Principiul construirii automatului analogic pentru diagnosticarea funcţionării pompelor de extracţie a ţiţeiului.* În : Za tehniceskii progress, **11**, nr. 8, aug. 1971, p. 12

În articol se analizează posibilitatea construirii dispozitivului analogic pentru diagnosticarea funcţionării pompelor de extracţie, bazat pe abordarea determinativ-statistică a detectării formelor.

Pentru obținerea descrierii inițiale a stărilor tehnice ale pompei de extracție la intrarea în dispozitivul de diagnosticare se folosesc semnale continue de telemăsurare, iar dispozitivul se realizează sub formă de sistem parametric. Particularitatea proiectului elaborat constă în modul de generare a funcțiilor gravimetrice, invariante în raport cu perioada semnalului de intrare analizat.

În general, automatul de diagnosticare se poate construi din blocurile standardizate ale tehnicii de calcul analogic.

Ghevorkov, G. S. *Cercetarea acțiunii diamantului exercitată în cameră de mare presiune.* În: Nefteanoe hozeaistvo, **49**, nr. 9, sept. 1971, p. 16

Se prezintă rezultatele cercetării acțiunii de dislocare a diamantului efectuată în camera de mare presiune. Se descriu instalația și aparatura de măsurare. Încercările s-au făcut pe probe de marmură și de calcar cu două diamante, respectiv de 0,33 și 0,17 carate/buc. S-au determinat relațiile dintre volumul W_c de rocă dislocată pe distanța de 1 mm, efortul tangențial T, apăsarea axială P, viteza de deplasare v, căderea de presiune Δp pe suprafața rocii și dimensiunile geometrice ale suprafeței tăietoare a diamantelor. Apăsarea axială a variat de la 1,8 la 20 kgf, căderea de presiune — pînă la 300 kgf/cm², viteza de deplasare — de la 0,06 la 0,38 m/s.

Cercetările arată că, la creșterea Δp, eficiența dislocării rocii se reduce cu atît mai mult cu cît este mai slabă roca. W_c și T cresc direct proporțional cu P. Eficiența dislocării rocii (pentru P=idem) crește la reducerea dimensiunilor geometrice ale suprafeței active a diamantului și aceasta cu atît mai mult, cu cît roca este mai tare. La creșterea vitezei de deplasare a diamantului, volumul de rocă dislocată pe distanța de 1 mm se reduce.

Gurbanov, R. S. ș. a. *Compoziția rațională a spumei trifazate.* În: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **51**, nr. 9, sept. 1971, p. 23

Se precizează condițiile de utilizare a fluidelor de foraj spumate, formate din două faze (apă + agent activ de suprafață + aer) și din trei faze (argilă + apă + agent activ de suprafață + aer). Astfel, se arată că spuma bifazată cu un adaos de 5—10% argilă măcinată, avînd proprietăți colmatante reduse, este folosită cu succes în noua tehnologie de deschidere a stratului productiv, atît la săparea sondelor noi, cît și la resăpare în cadrul reparației capitale a sondelor de exploatare cu presiune de strat redusă și permeabilitate mare. De asemenea, ea se poate utiliza drept fluid de foraj în procesul de traversare a stratelor cu puternic influx, cu perspectiva unei reduceri importante a consumului de argilă (de circa 5—6 ori) și a soluționării problemei distrugerii spumei, care să asigure posibilitatea realizării circulației închise în sondă, cu o curățare mai intensă a tălpii de rocă dislocată.

* * * *Rafinarea în plină dezvoltare.* În: Petroleum Press Service, **XXXVIII**, nr. 9, 1971, p. 334

Expansiunea proiectată de către industria petrolieră—cu excepția Americii de Nord — va antrena un program masiv de construcții în cursul viitorilor 5 ani care va cuprinde peste 90 de rafinării noi și peste 115 extinderi importante ale rafinăriilor existente. Proiectele de mărire a capacității, care urmează a fi terminate în majoritatea cazurilor, între 1971 și 1975, se ridică la peste 750 mil. t/an, deci o creștere cu 50% a instalațiilor. Tendința este net spre expansiune și ultima estimare a extinderilor arată că acestea depășesc cu 200 mil. t cifra stabilită în 1970 la aceeași epocă.

Instalațiile de rafinare — exceptînd cele din America de Nord — au fost deja mărite cu 50% între anii 1965 și 1969. În anul 1970, au crescut cu încă 9,5% atingînd astfel 1 422 mil. t și în 1971 au atins 1 500 t/an. Proiectele prevăzute a fi terminate în acest an vor adăuga capacității existente încă 190 mil. t/an și cele ce vor fi terminate pînă în 1976, încă 560 mil. t/an.

Bineînțeles că se constată o concentrare masivă a proiectelor de extindere în țările puternic industrializate care reprezintă majoritatea consumului mondial de petrol.

Europa occidentală reprezenta jumătate din capacitatea de rafinare la sfîrșitul anului 1970 și reprezintă, de asemenea, 56% din măririle de capacitate prevăzute; Japonia reprezintă 17%.

Expansiuni importante sînt prevăzute în cîteva centre industriale și comerciale, ca: Singapore și Porto Rico.

În Europa, Republica Federală a Germaniei reprezintă peste un sfert din capacitatea suplimentară prevăzută — 108 mil. t/an față de 420 mil.t/an. Dezvoltarea rapidă a rețelelor de conducte de transport al petrolului a făcut posibilă amplasarea rafinăriilor în interiorul țării și se prevede o dublare a capacității de rafinare peste 7 ani. În Italia, pînă în 1975, se vor adăuga 70 mil.t/an, mărind capacitatea de rafinare cu 40%.

Marea Britanie, în care expansiunea va depăși probabil 65 mil. t/an ocupă locul al treilea. Punerea în valoare a zăcămintelor din Marea Nordului va favoriza construirea de rafinării pe coasta de răsărit a Scoției și în nordul Angliei.

În Olanda se prevede o expansiune uriașă a complexului de la Rotterdam. În Belgia se prevede o participare a societății iraniene NIOC.

În Franța proiectele prevăd o expansiune de 35 mil. t prin construirea unei rafinării franco-sovietice. De asemenea, sînt proiectate rafinării cu mare capacitate în Scandinavia, Grecia și Spania.

În afara Europei, în Japonia se prevede o creștere a capacităților de rafinare cu 130 mil. t/an.

Datorită marii densități a populației se preconizează rafinării plutitoare și rafinării la bordul vaselor (pe tancuri în tranzit venind din Golful Persic).

Printre proiecte de construcție de rafinării din Asia, Africa de Nord și America de Sud se menționează Antilele, Venezuela unde se proiectează ca rafinăria de la Amuay să devină cea mai mare unitate din lume, insulele Bahamas unde s-a anunțat o creștere cu 200 000 barile/zi a rafinăriei de la Freeport; ultimele două rafinării urmează să lucreze numai pentru export.

* * * *Măsurarea temperaturii de filtrabilitate a motoarelor.* În: Pétrole informations, nr. 1199, sept. 1971, p. 31

Comportarea la rece a motorinelor constituie o problemă, în special în ceea ce privește temperatura de filtrabilitate. Aceasta a fost studiată de societatea Total care a realizat un aparat automat brevetat pentru a efectua acea stă măsurare.

Metoda constă în a aspira produsul printr-un sorb metalic, la fiecare scădere cu 1°C a temperaturii și a măsura timpul de aspirație. Atunci cînd timpul depășește o anumită valoare fixată de norme, sorbul este colmatat de către cristale de parafină care s-au precipitat și deci temperatura de filtrabilitate este atinsă.

Această metodă necesită un personal numeros în laboratoarele în care se aplică. Aparatul automat suprimă acest inconvenient și în același timp erorile introduse de măsurile manuale.

Acest aparat al cărui dispozitiv de măsurare respectă întocmai normele (AFNOR M—07—042) a fost automatizat astfel încît singurele operații efectuate de operator, sînt:

— umplerea eprubetei;
— curățirea eprubetei și a sorbului după terminarea operației de măsurare.

Efectuarea ciclului de măsurare este în întregime asigurată de acest aparat.

Începutul ciclului este comandat de temperatura motorinei măsurată cu o sondă cu rezistență de platină. Atunci cînd această temperatură scade cu un grad față de cea a determinării precedente, sînt realizate automat următoarele operații:

— aspirația unui volum precis din produsul a cărui temperatură de filtrabilitate se măsoară sub o scădere de presiune controlată;
— măsurarea duratei de aspirație.

Dacă durata de aspirație este mai mică decît un minut, produsul este retrimis în baia de răcire. Următoarea măsurare va avea loc atunci cînd temperatura motorinei va scădea cu 1°C. Acest ciclu este realizat automat de mai multe ori, pînă cînd durata de aspirație este mai mare decît un minut. Aparatul se oprește și limita de filtrabilitate poate fi citită.

Aparatul poate avea unul, două sau trei posturi de analiză, complet automate și care pot funcționa simultan, economisindu-se astfel elemente comune, ca, de exemplu, sistemul de răcire.

Tehnologia folosită (circuite integrate și cartele) garantează o înaltă fiabilitate. O întrerupere accidentală a rețelei de 220 V (chiar de lungă durată) nu modifică citirea rezultatului.

Noi creșteri ale prețului gazelor naturale în S. U. A. În: Petroleum Press Service, **XXXVIII.**,nr. 9, 1971, p. 345

După un răstimp de 10 ani în care prețul gazelor naturale din Louisiana de sud, cea mai bogată zonă producătoare de gaze naturale a țării, a rămas stabil, Comisia Federală a Energiei a acceptat creșterea prețurilor cu 3—6 cenți pe mia de picioare cubice. Se spune că astfel de măsuri luate și pe coasta Golfului Texas și în regiunea Munților Stîncoși vor conduce la dezvoltarea exploatării și a forajului pentru descoperirea a noi rezerve de gaze naturale, pentru a schimba tendința de scădere a rezervelor față de producția în scădere continuă din 1967.

Această reglementare pune capăt distincției între gaze naturale de provenință submarină și gaze naturale continentale pentru descoperirile ulterioare și elimină diferențele de prețuri între gazele naturale extrase din puțuri de gaze naturale și gazele naturale extrase din puțuri de petrol.

Pentru a justifica aceste măsuri de mărire a prețurilor, s-a arătat că diferența între producție și cerere crește și că numai 2,6 trilioane picioare cubice din rezerve erau disponibile pentru vînzare în sudul Louisianei, la sfîrșitul anului 1969, în timp ce, pentru a satisface cererea probabilă va fi necesar ca 60 trilioane picioare cubice de noi rezerve de gaze naturale să fie descoperite între anii 1971—1975.

Producție mărită din nisipuri bituminoase. În: Petroleum Press Service XXXVIII, nr. 9, 1971, p. 348

În Canada se proiectează exploatarea nisipurilor bituminoase din Athabasca; consorțiul Syncrude a cerut mărirea capacității uzinei sale de la 80 000 barile/zi la 125 000 barile/zi. Această uzină va fi a doua din Canada și va fi situată în apropierea exploatării existente de 45 000 barile/zi a lui Great Canadian Oil Sands.

Pentru a justifica extinderea, consorțiul arată că cererea de petrol în America de Nord va crește suficient pentru a oferi numeroase piețe de desfacere. Se prevede că exportul de petrol din Canada se va dubla în ultimii zece ani, iar consumul domestic va crește de circa 1,5 ori.

La Fort McMunray, exploatarea lui Great Canadian Oil Sands, dată în funcțiune acum 3 ani, a înregistrat creșteri ale producției. În prima jumătate a anului 1971 producția medie a fost de 42 000 barile/zi, față de 32 300 barile/zi în prima jumătate a anului 1970. Pierderea netă a scăzut în aceeași perioadă la 3 275 000 dolari de la 8 566 000 dolari pentru primul semestru al anului 1970.

ȘTIRI TEHNICO-ECONOMICE

In Anglia se proiectează construirea unei stații terminale marine, Amlwich, Anglesey; instalația ar urma să aibă o capacitate de peste 20 mil. t/an și să aprovizioneze cu țiței rafinăria de la Stanlow printr-o conductă de 75 mile lungime.

In Franța, guvernul a anunțat semnarea unui acord preliminar pentru livrarea de gaze naturale de către U.R.S.S., pe o perioadă de 20 ani, începînd din din anul 1976; acordul prevede livrarea a 2,5 miliarde m^3/an începînd din anul 1970.

In Franța, începînd cu data de la 1 august, prețurile produselor petroliere au fost mărite astfel: motorină cu 40 centime la hectolitru (50 centime la pompă), păcura cu 50 centime la hectolitru, păcura industrială cu 2 franci la tonă, păcură nr. 1 cu 30 centime la tonă. Prețul benzinei rămîne neschimbat, prețul păcurii nr. 2 scade cu 50 centime la tonă, iar cel al petrolului lampant cu 40 centime la hectolitru (50 centime la pompă).

In Olanda, societățile Chevron și Tenaco au încheiat un acord pentru a furniza societății de transport al gazelor, Gasunie, peste 8 miliarde m^3 de gaze naturale provenite din concesiunea lor de la Akkrum, în viitorii 20 de ani. Calitatea gazelor este aceeași ca a celor de la Slochteren, în provincia Groningne.

In Iugoslavia au început lucrările pentru pozarea conductei de transport al țițeiului, proiectată mai de mult, de la golful Rijeka la rafinăriile din interiorul țării.

In Algeria producția de țiței la sfîrșitul anului 1970 este estimată la circa 300 mil. t; rezervele recuperabile sînt estimate la aceeași dată la circa 550 mil. t.

In Iran se va construi o a doua conductă de transport al țițeiului, de la Ahwaz la rafinăria Societății NIOC de la Teheran, a cărei capacitate de 90 000 barile/zi va fi dublată. Conducta va avea 750 km lungime și va costa 100 mil. dolari.

In China s-au descoperit importante rezerve de gaze naturale în provincia Chekiang: au fost foarte circa 2 000 puțuri.

In Australia producția de țiței în timpul anului fiscal 1970—1971 a fost de 94 mil. barile față de 30,7 mil. barile în anul fiscal precedent. Noile zăcăminte din strîmtoarea lui Bass aduc 76,3 mil. barile. Gazele naturale consumate au depășit 69 275 mil. picioare cubice față de 27 541 în anul precedent.

Puțul Petrol nr. 2, în marea lui Timor, în largul Australiei de nord, a produs gaze naturale cu un debit de 9,2 mil. picioare cubice/zi în timpul unei încercări de 10 ore, printr-o duză de 3/8''.

Puțul Tern nr. 1 în aceeași regiune a produs gaze naturale cu un debit de 7 mil. picioare cubice/zi.

Construcția conductei principale de transport al gazelor naturale de la Dongana la Perth (Australia occidentală) și la centrele industriale de la Kwinana și Penjarre a fost terminată, după ce, timp de șase luni, s-au pozat 33 000 tronsoane de conductă de 14'' diametru pe o lungime de 255 mile.

În Canada, cota americană de țiței importat din Canada în districtele I—IV a crescut de la 450 000 barile/zi pentru primele luni ale anului 1971, la 475 000 barile/zi pentru al doilea semestru.

Alberta Gas Trunk Line a cumpărat conducta de transport al țițeiului de 297 mile lungime și 20'' diametru din Peace River, care leagă Lac Zama cu Valleyview, Alberta, pentru a o transforma în conductă pentru transportul gazelor naturale din rezervele de nord-est ale regiunii Alberta. Costul total este estimat la 30 milioane dolari; primele livrări vor începe în acest an. Capacitatea maximă de transport va fi de 250 mil. picioare cubice/zi. Țițeiul care era transportat înainte prin această conductă va fi transportat în viitor spre sud prin conducta Rainbow.

In S. U. A. societatea Gulf Oil a elaborat, după cercetări care au durat 10 ani, o tehnică de forare cu totul nouă, care permite forarea puțurilor adînci de țiței și gaze naturale de 4—20 ori mai repede decît în sistemul convențional rotary. Noua metodă, denumită „abrasive jet bit'' utilizează un jet de grăunți metalici sub presiune înaltă care găuresc roca, proiectat prin jiclori

așezați pe tija de foraj. Tija cu jet abraziv poate fora de 3—7 ori mai mult timp înainte de a fi înlocuită decît cea obișnuită rotary, în condiții comparabile.

In Republica Ecuador, Ada Oil Exploration din Houston, Texas, va investi 180 mil. dolari într-o instalație pentru lichefierea gazelor descoperite în Golful Guayaquil. Gazele naturale lichefiate vor fi exportate în cea mai mare parte, dat fiind consumul local redus.

In Brazilia capacitatea rafinăriei de la Duque de Caxias (Rio de Janeiro) va fi mărită, în cursul acestui an, de la 163 000 barile/zi la 210 000 barile/zi. De asemenea, va fi dat în funcțiune cel mai mare complex de lubrifianți din America de Sud.

In Republica Federală a Germaniei, Guvernul statului Baden-Württenberg a autorizat realizarea porțiunii între Karlsruhe și Säckingen din conducta trans europeană pentru transportul gazelor care va face legătura între Olanda și Italia. La această conductă vor fi instalate dispozitivele necesare pentru a asigura aprovizionarea cu gaze naturale a distribuitorilor din regiune.

În Franța, Gaz de France a încheiat un contract cu firma britanică Power Gaz pentru realizarea unei a treia linii de deshidratare a gazelor naturale la Saint-Illiers. Noua unitate va avea o capacitate de 300 000 m^3/h și va intra în funcțiune în cursul acestui an.

Power Gaz va folosi procedeul de deshidratare Bamag Verfahrens-Technik utilizat și la cele două unități existente la Saint-Illiers.

In Pakistan se va construi o conductă pentru transportul gazelor naturale de 18" diametru și de 230 km lungime. Costul lucrărilor va fi de 2,5 mil. lire sterline.

Guvernul Republicii Democrate Germane a încheiat un acord cu cel al Republicii Socialiste Cehoslovace pentru construirea unei conducte de transport al gazelor naturale, de 1 000 km lungime care, plecînd de la frontiera cu U.R.S.S., va traversa Cehoslovacia pentru a ajunge la frontiera germană. Prin această conductă vor fi transportate gazele naturale sovietice pentru Republica Democrată Germană.

Republica Democrată Germană va livra țevile și materialul de pozare. Această conductă va aproviziona de asemenea Austria, Italia și Republica Federală a Germaniei.

In Grecia, Junta din Atena a semnat un acord cu armatorul Ioannis Latsis prin care acesta este autorizat să construiască la Eleusis (20 km la vest de Atena) o rafinărie cu o capacitate de 1 000 000 t/an. Lucrările vor costa 10 mil. dolari. Aceasta va fi a treia rafinărie din Grecia; producția ei va fi în întregime destinată exportului.

In Republica Populară Bulgaria, construcția primului tronson al conductei de transport al produselor finite dintre complexul petrochimic de la Burgas și localitatea Plovdiv a fost terminată.

Această conductă va avea o lungime de 257 km și o capacitate de transport de 2 mil. t/an benzine și motorine pentru partea de sud a țării. Primul tronson a cărui construcție este terminată leagă portul Burgas cu localitatea Komobate, la o distanță de 38 km.

Aceasta va fi prima conductă de produse finite din Republica Populară Bulgaria.

In S. U. A., se va construi o uzină de lichefiere a gazelor naturale la Chaanooge (Tennesse), cu o capacitate de 100 mil. m^3/an, cum și o stație de depozitare de 55 000 m^3, cu pereți dubli, care vor intra în funcțiune în primăvara anului viitor.

Gazele naturale vor fi lichefiate și depozitate vara pentru a putea satisface, iarna, consumul de vîrf.

In Republica Federală a Germaniei se proiectează construirea unui parc de depozitare cu o capacitate de 100 000 m^3.

In Canada, Sundance Oil Co. a obținut 4 100 000 picioare cubice/zi la o adîncime de 550 m și 1 200 000 picioare cubice/zi la 585 m într-un foraj situat la 160 km est de localitatea Edmonton.

B. P. Oil et Gas a început forarea celui de al doilea puț de explorare în Oceanul Arctic canadian, în apropierea Golfului Satelit, în insula Prințului Patrick.

Republica Federală a Germaniei și Marea Britanie au încheiat un acord de cooperare în ceea ce privește problemele mediului înconjurător.

Programul prevede atît coordonarea imediată a cercetărilor avînd ca scop determinarea influenții plumbului asupra organismului omenesc, cît și un studiu al măsurilor de protecție a mediului înconjurător.

In Elveția Migral a pus recent, în vînzare un nou supercarburant cu indicele octanic 97 și cu un conținut de plumb redus de la 0,63 la 0,3 g/l. Această benzină are un preț de vînzare cu două centime mai mare decît cel al benzinei obișnuite.

Consiliul Federal a decis, încă în cursul anului trecut, ca conținutul de plumb din benzine să nu depășească 0,57 g/l pentru super și 0,54 g/l pentru benzină.

In S. U. A. Humlbe Oil and Refining a pus în vînzare cu prețul de 5,25 dolari barilul, o nouă calitate de păcură cu un conținut de sulf de 0,3%. În același timp, a redus, cu 25 cenți/baril, prețul păcurii cu peste 7% sulf.

Cu începere de la 1 octombrie 1971, în statul New Jersey este interzisă folosirea păcurii cu peste 0,3% sulf.

In Republica Federală a Germaniei Machinenfabrik Augsburg-Nürnberg A. G. (M. A. N.) din Augsburg a prezentat un motor care funcționează cu gaze naturale; emisiunile nocive sînt astfel reduse cu 60—90% față de motoarele care funcționează cu benzină sau cele diesel.

O transformare a motoarelor diesel în motoare care să funcționeze cu gaze naturale este realizabilă cu o cheltuială de circa 10% din prețul mașinii. Pentru început MAN va echipa autobuzele de transport în comun cu noile motoare funcționînd cu gaze naturale.

In Norvegia, ministrul norvegian al industriei a declarat, la Oslo, că cel de-al doilea puț forat în structura de la Frigg a confirmat prezența gazelor naturale de „o importanță considerabilă", situate deasupra unui strat de petrol.

Guvernul norvegian nu a luat încă o decizie cu privire la desfacerea producției zăcămîntului de la Ekofisk. Dorința sa ar fi ca petrolul să fie adus în Norvegia, dar drumul cel mai normal este spre Marea Britanie.

Sonatrach a încheiat un contract cu Pritchard-Rhoedes pentru mărirea capacității unităților de tratare a gazelor naturale de la Hasse-R'Mel.

Lucrările vor costa 16 mil. dolari. Se vor construi șase linii cu o capacitate nominală de tratare de 190 mil. m^3/zi fiecare.

In Australia, capacitatea rafinăriei de la Kurnell (Noua Galie de sud) va fi mărită de la 4 500 000 la 7 000 000 t/an. Costul acestor lucrări de extensiune va fi de 20 mil. $.

In Brazilia se vor construi două unități de recuperare a sulfului. Una la rafinăria Alberto Pasqualini (Rio Grande do Sul) și cealaltă la rafinăria Gabriel Passos (Minas Gerais). Fiecare unitate va produce — din 60 000 t/zi bioxid de sulf, 20 t/zi sulf.

In Republica democrată Germană, s-a descoerit petrol în insula Wolhn, în golful Pomeraniei.

Revista PETROL și GAZE Redacția: București, Bd. Nicolae Bălcescu nr. 16 Sector 1, telefon 14. 72. 10/141. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere telefon 14 72 10/141 Bd.Nicolae Bălcescu, 16 cont 640 301-14. Banca Națională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector1 București. Tarif pertru întreprinderi; lei 160 anual; tarif pentru abonamente individuale: lei 30 anual. Prețul unui manual lei 8. Taxele poștale plătite în numerar pe anul 1972 conform aprobării D.P.D.P. nr. 10/9416/1971.

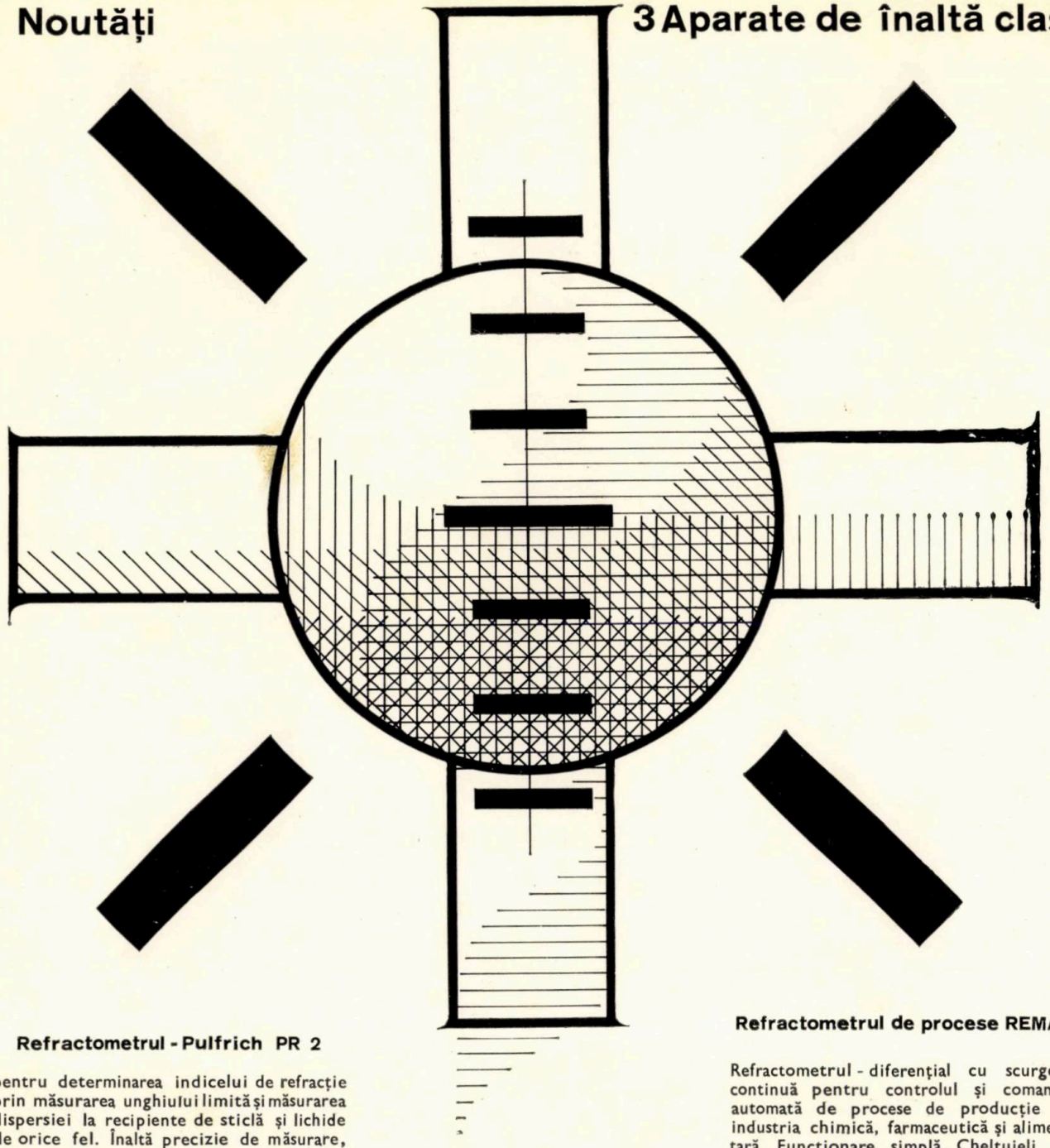
Lei 8

I. P. I. c. 3007

14 330

3 Noutăți

3 Aparate de înaltă clasă



Refractometrul - Pulfrich PR 2

pentru determinarea indicelui de refracție prin măsurarea unghiului limită și măsurarea dispersiei la recipiente de sticlă și lichide de orice fel. Înaltă precizie de măsurare, citire simplă, prelucrare simplă a datelor de măsură. În privința confortului de deservire este superior tuturor aparatelor de pe piața mondială.

Refractometrul de procese REMAT

Refractometrul - diferențial cu scurgere continuă pentru controlul și comanda automată de procese de producție în industria chimică, farmaceutică și alimentară. Funcționare simplă. Cheltuieli de întreținere reduse.

Spectrofotometrul SPECORD UV-VIS

Aparat înregistrator cu două fascicule, complet automatizat, pentru domeniul spectral ultraviolet și vizibil. Putere de rezoluție mare, înaltă precizie fotometrică, cheltuială de timp minimă.

CARL ZEISS JENA

VEB Carl Zeiss JENA

Deutsche Demokratische Republik

PUBLICOM

COMBINATUL
PETROCHIMIC
PITEŞTI

vă oferă:

Monomeri pentru industria chimică de sinteză:

etilenă 99,9 %
propilenă 99,5 %
butilenă 90 %
butadienă 95,5 % vol.

E 1445

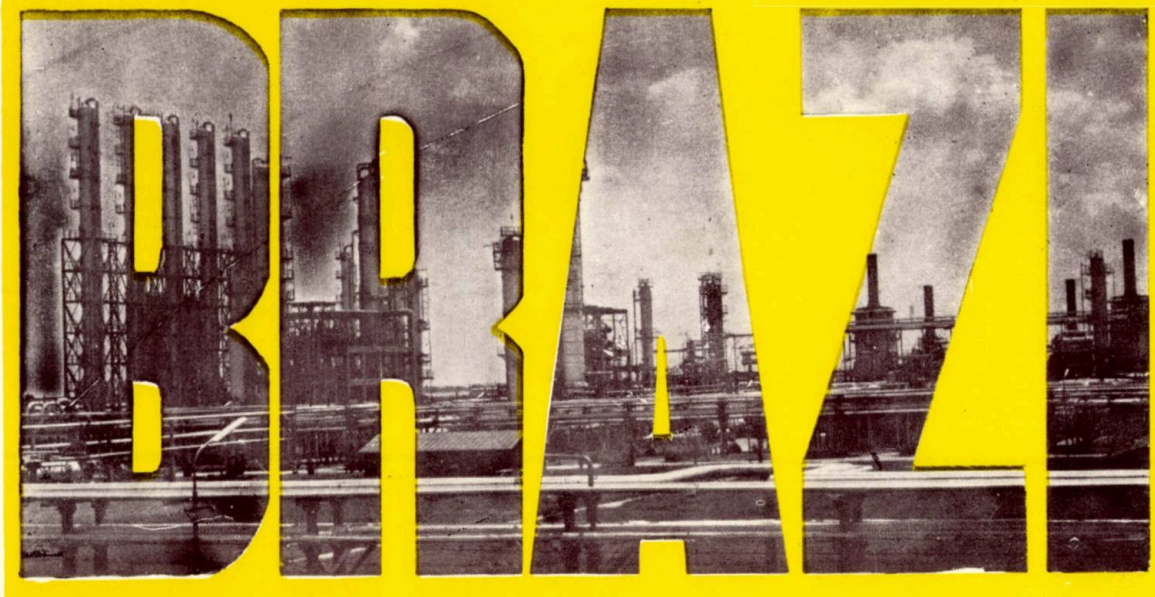
PETROL ȘI GAZE

2

FEBRUARIE 1972 Vol. 23 p. 65—128
BUCUREȘTI • ROMÂNIA

RAFINARIA

BRAZI



PRODUCE:

— PARA — XILEN de puritate 99,2% pentru fabricarea fibrelor sintetice poliesterice;

— ORTO — XILEN de puritate 99,6% pentru fabricarea anhidridei ftalice;

— ETIL — BENZEN de puritate 99,6% pentru fabricarea stirenului;

— BENZEN, TOLUEN, META — XILEN și o gamă largă de hidrocarburi parafinice ușoare pentru industria chimică și pentru uzul casnic.

LIVREAZĂ:

- *benzine super auto și avio*
- *combustibili pentru motoare cu reacție*
- *petroluri și motorine superioare*
- *hidrocarburi aromatice de înaltă puritate*
- *gaze lichefiate pe bază de repartiții*

PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL INSTITUTULUI CENTRAL DE CERCETĂRI CHIMICE – BUCUREŞTI DIN MINISTERUL INDUSTRIEI CHIMICE şi al INSTITUTULUI DE CERCETARE ŞI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ŢIŢEI ŞI GAZE – CIMPINA DIN MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

VOL. XXIII, Nr. 2
februarie 1972

CUPRINS

*** Evoluţia industriei petroliere 71–72

V. Negoiţă: Contribuţii privind aplicarea modelării matematice în vederea prelucrării diagrafiilor obţinute în sondele de hidrocarburi 73–77

M. Constantinescu: Evitarea erupţiilor în timpul forajului 78–87

C. Gh. Popa: Dizlocuirea amestecului gaze-ţiţei de către apă într-un sistem neuniform 88–93

C. Savu, C. Giavarini şi I. Zîrnă: Comportarea termică a parafinelor şi izoparafinelor din bitum 94–97

I. Cuptor: Recuperarea solventului în instalaţia de deparafinare cu MEC 98–102

M. Turcu: Determinarea puterii de decolorare la pămînturi decolorante 103

M. Bălan: Creşterea eficienţei utilizării gazelor naturale prin sisteme denumite „Energie totală" 104–106

M. Mareş: Contribuţii la studiul, cercetarea şi realizarea unui echipament de protecţie impermeabil şi termoizolant pentru industria petrolului 107–115

C. Boncu: Obţinerea petrolului lampant. Primele „fabrici de gaz". 116–118

Cronică 118–121

Documentare 121–124

Realizări din industrie 77, 106

Informaţii tehnico-economice 125–127

COMITETUL DE REDACŢIE

Dr. Ing. Gh. ALDEA, redactor responsabil, dr. ing. Gh. DONŢOV – DANU, redactor responsabil adjunct, ing. I. AVRAMESCU, ing. M. BUTUC, ing. V. COMAN, ing. V. COVRIG, ing. V. FILIP, ing. I. GEANGĂLĂ, conf. dr. ing. Gh. GEORGESCU, prof. dr. docent ing. Gr. IOACHIM, membru corespondent al Academiei R.S.R., ing. N. IOANESI, ing. M. LEU, ing. V. NICA, dr. geolog, D. PARASCHIV. chim. F. POPESCU, ing. V. POPESCU dr. ing. N. PUŞCOIU, ing. I. ZÎRNĂ

Redactor
ing. Aurelia Buricatu

Uleiul pentru transformatori fabricat în România, din ţiţeiuri selecţionate cu procedee moderne, se caracterizează prin proprietăţi, care le conferă o utilizare prelungită, fără formare de gudroane:

- stabilitate la oxidare;
- temperatură de congelare scăzută;
- rigiditate dielectrică;
- tangentă a unghiului de pierderi corespunzătoare.

PECO comercializează pe piaţa internă iar I.S.C.E. PETROLEXPORT pe pieţele externe, uleiul de transformator românesc în specificaţii de calitate conform

BS_{148}, IS_{335}, VDE_{0370}

Livrarea se efectuează în butoaie de 220 l.

E 1445

MŰSZAKI EGYETEM 1883

CONTENTS

* * * **Editorial** 71—72

V. Negoiță : **Contribution to the Application of Mathematical Modelling on Processing the Diagraphies Obtained in Hydrocarbon Wells** 73—77

M. Constantinescu : **Blowout Prevention in Drilling** 78—87

C. Gh. Popa : **The Displacement of the Gas-Crude Oil Mixture by Water in a Non-Uniform System** 88—93

C. Savu, C. Giavarini I. Zîrnă : **The Thermic Behaviour of the Paraffins and the Isoparaffins from the Bitumen** 94—97

I. Cuptor : **The Recovery of Solvent in the MEC Dewaxing Installation** 98—102

M. Turcu : **Determining the Decoloration Power in the Bleaching Earths** 103

M. Bălan : **Increasing the Efficiency of Natural Gas Utilization by ,,Total Energy'' Systems** 104—106

M. Mareș: **Contribution to the Study, Research and Production af an Impervious and Thermoinsulating Protection Equipment for the Oil Industry** 107—115

C. Boncu : **Obtention of Kerosene. The First ,,Gas Factories''** 116—118

V. Negoiță : **Contribution to the Application of Mathematical Modelling on Processing the Diagraphies Obtained in Hydrocarbon Wells**

The first part of the paper discusses the main problems of the geophysical diagraphies obtained in the wells passing through rocks with complex lithology which contain in the porous space hydrocarbons and water.

Several mathematical models worked out for complex-lithology rocks containing different fluids are then presented and the analytical relations and graphic constructions useful for the quantitative interpretation of the well geophysical diagraphies are pointed out.

In the final part, the author exemplifies on some collectors of the Romanian geological structures the application of the mathematical models presented as well as the results obtained by processing the data on electronic computers.

Petrol și Gaze, 23, 1972, nr. 2, p. 73
D.C. 550.835.001.57

M. Constantinescu : **Blowout Prevention in Drilling**

Blowouts occur not only in abnormal pressure areas but also when drilling in normally pressurized formations.

It is essential to know in advance the location of the high pressure and lost-circulation zones in order to plan an appropriate casing programme.

Most kicks can be prevented, detected and controlled by taking a series of simple measures but very much depends of the crew behaviour.

Some tables are also given for helping the drillers in preventing and fighting the attempted blowouts.

Petrol și Gaze, 23, 1972, nr. 2, p. 78
D.C. 622.245.7

C. Gh. Popa : **The Displacement of the Gas-Crude Oil Mixture by Water in a Non-Uniform System**

The paper discusses the problem of displacement of the gas-crude oil mixture by water in a non-uniform system. A linear, continuously stratified system is considered. The behaviour of the system as a whole is given by the summing up in time of the performances of individual strata, at constant pressure drop.

The results emphasized the fact that with the non-uniform deposits too there is an initial stage in which, as in the case of uniform deposits, practically only gases are produced.

As a function of the non-uniformity and viscosity of the crude oil, the integral crude oil resaturation process can be prolonged until the end of deposit exploitation.

Petrol și Gaze 23, 1972, nr. 2, p. 88
D.C. 553.232

C. Savu, C. Giavarini, I. Zîrnă : **The Thermic Behaviour of the Paraffins and the Isoparaffins from the Bitumen**

The paper presents the behaviour of two road bitumens to which pure paraffins and isoparaffins such as tricosan and pristan have been added as well as normal paraffins and isoparaffins obtained by adding urea to a gatch.

The variation curves of bitumen fragility with paraffin and isoparaffin addition are presented and so is the variation in time of the bitumen melting heat with the respective additions.

Some reference is made to the use of these bitumens with paraffins and isoparaffins.

Petrol și Gaze, 23, 1972, nr. 2, p. 94
D.C. 665.637.72

M. Bălan : **Increasing the Efficiency of Natural Gas Utilization by ,,Total Energy'' Systems**

A brief description is given of a highly efficient installation that produces the thermic and electric power required by industrial units, social establishments and urban and rural localities which have the possibility of being supplied with natural gases at a pressure of 10—12 at.

Two variants applicable in the case of compression or pumping stations where the power machines are gas turbines are also suggested.

By applying the system presented, it is attempted not only to obtain high thermic efficiencies and to reduce the energy costs, but also to spare the precious natural gas reserves of this country.

Petrol și Gaze, 23, 1972, nr. 2, p. 194
D.C. 662.69

СОДЕРЖАНИЕ

* * * Передовая статья 71—72

В. Негоицэ: **К вопросу применения математического моделирования в виду переработки диаграфий полученных в скважинах углеводородов** 73—77

М. Константинеску: **Избегание извержений во время бурения** 78—87

К. Г. Попа: **Вытеснение смеси газы-нефть водой в неравномерной системе** 88—93

К. Саву, К. Джаварини, И. Зырна: **Термическое поведение парафинов и изопарафинов из битуме** 94—97

И. Куптор: **Рекуперация растворителя в установке для депарафикзации метил-этил-цетоном.** 98—102

М. Турку: **Измерение силы обезцевечивания у обезцвечивающих глинах** 103

М. Бэлан: **Повышение эффективности природных газов при помощи систем называемых общей энергией.** 104—106

М. Мареш: **К вопросу изучения, исследования и реализаций защатной, непроницаемой и термоизолирующей экипировки для нефтяной промышленности** 107—115

К. Бонку: **Получение керосина. Первые „фабрики керосина"** 116—118

В. Негоицэ: **К вопросу применения математического моделирования в виду переработки диаграфий полученных в скважинах углеводородов**

В первой части работы излагаются главные вопросы геофизических диаграфий полученных из скважин которые пересекают породы с комплексной литологией, которые имеют в пористом пространстве углеводороды и воду. Далее приводят ряд математических моделей разработанных для пород с комплексной литологией содержащих различные флюиды, с указанием аналитических отношений и графических конструкций полезных для количественного интерпретирования геофизических диаграфий скважин. В последней части работы даются примеры на нескольких коллекторах геологических структур Социалистической Республики Румыния, применение приведенных математических моделей, а также результаты полученные путем переработки данных на электронных калькуляторах.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 2, p. 73
Д.К. 559.835.001.57

М. Константинеску: **Избегание извержений во время бурения.**

Извержения во время бурения могут иметь место не только в районах с анормальным давлением, но и при бурении в формациях с нормальным давлением. Крайне необходимо знать заранее положение зон большого давления и потерь глинистого раствора, для того что бы принять соответствующие крепление обсадными трубами. Наибольшую часть проявлений можно предупредить, обнаружить и решить принятие ряда простых мер, но очень много зависит от внимания и поведения персонала. Даются несколько таблиц для того что бы помоч персоналу в деле предупреждения и борьбы с разными проявлениями при бурений.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 2, p. 78
Д.К. 622.245.7

К. Г. Попа: **Вытеснение смеси газы-нефть водой в неравномерной системе**

В работе приступают к рассмотрению вопроса вытеснения смеси газы-нефть водой в неравномерной системе. Берется линиарная система непрерывного напластования. Поведение системы в целом дается путем суммирования во времени рабочих характеристик индивидуальных слоев, при постоянном падении давления. Результаты выявили факт что и у неравномерных залежей имеется первичный этап в котором как и в равномерных залежах, выделяются практически только газы. В зависимости от неравномерности и вязкости нефти этап полной перенасыщенности нефтью может быть продолжен до конца эксплуатации залежи.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 2 p. 88
Д.К. 553.232

К. Саву, К. Джаварини, И. Зырна: **Термическое поведение парафинов и изопарафинов из битуме**

В статье приводится поведение двух дорожных битумов к которым добавили чистые парафины и изопарафины как: трикосан и пристан и нормально парафины и изопарафины полученные путем добавки мочевины гача. Приводятся кривые изменения ломкости битума с прибавками парафинов и изопарафинов, а также изменения температуры плавления во времени битума с соответствующими прибавками. Делаются ссылки относительно места использования этих битумов с парафинами и изопарафинами.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 2, p. 94
Д.К. 665.637.72.

М. Бэлан: **Повышение эффективности природных газов при помощи систем называемых общей энергией**

В статье описывается кратко, аппарат большого выхода, который производит термическую и электрическую энергию необходимую промышленным единицам, социальным комплексам или городским и сельским местностям, которые имеют возможность снабжения природными газами при давлении в 10—12 атм. Предлагают два варианта применяемые в случае компрессорных или насосных станций где силовыми машинами являются газовые турбины. Применением описанной системы преследуется не только получение повышенной термической эффективности, и снижение стоимости энергии, но главное сохранение ценных природных рессурсов газа нашей страны

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 2, p. 104
Д.К. 662.69

INHALT

* * * Leitartikel 71—72

V. Negoiță : **Beiträge zur Anwendung der mathematischen Modellierung im Hinblick auf die Auswertung der, in Kohlenwasserstoffsonden erzielten Diagraphien** 73—77

M. Constantinescu : **Eruptionsverhütung während der Bohrung** 78—87

C. Gh. Popa : **Dislokation des Gas-Erdöl-Gemisches durch Wasser in einem ungleichmässigen System** 88—93

C. Savu, C. Giavarini, I. Zîrnă : **Wärmeverhalten der Paraffine und Isoparaffine, aus Bitumen** 94—97

I. Cuptor : **Wiedergewinnung des Lösungmittels in der Anlage zur Entparaffinierung mit Methyl-Äthyl-Cetone** 98—102

M. Turcu : **Bestimmung der Bleichfähigkeit der Bleicherde** 103

M. Bălan : **Steigerung des Nutzungsgrades der Naturgase durch „Totalenergie" benannte Systeme** 104—106

M. Mareș: **Beiträge zur Untersuchung, Forschung und Herstellung einer undurchlässigen und hitzefesten Kleidung für die Erdölindustrie** 107—115

C. Boncu : **Gewinnung des Leuchtöls. Die ersten „Gasfabriken"** 116—118

V. Negoiță : **Beitrage zur Anwendung der mathematischen Modellierung im Hinblick auf die Auswertung der, in Kohlenwasserstoffsonden erzielten Diagraphien**

Im ersten Teil der Arbeit werden die Hauptprobleme der geophysikalischen Diagraphien erörtert, die bei Sonden, die Gesteine mit komplexer Lythologie durchqueren, und im porösen Raum Kohlenwasserstoffe und Wasser enthalten, erzielt wurden.

Fortfahrend werden einige mathematische Modelle dargelegt, die für Gesteine mit komplexer Lythologie und verschiedenartigen Gehalt an Flüssigkeiten ausgearbeitet wurden. In dieser Hinsicht werden die analytischen Relationen und die notwendigen graphischen Darstellungen für die quantitative Auswertung der geophysikalischen Sondendiagraphien angeführt.

Im letzten Teil wird, an Hand einiger Speichergesteine geologischer Strukturen der SR Rumänien die Anwendung der dargelegten mathematischen Modelle veranschaulicht und die Ergebnisse der Datenverarbeitung an Electronenrechnern angeführt.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 2, p. 73
D.K. 550.835.001.57

M. Constantinescu : **Eruptionsverhütung während der Bohrung**

Eruptionen während der Bohrung können nicht nur in Gebieten mit übermässigem Druck sondern auch bei Bohrungen in Formationen mit Normaldruck auftreten. Es ist unbedingt notwendig in voraus die Lage der Hochdruckzonen und der Zonen mit Bohrschlammverlusten zu kennen, um ein entsprechendes Verrohrungsprogramm auszuarbeiten.

Dem Grossteil dieser Erscheinungen kann vorgebeugt, werden sie können erkannt und gelöst werden, wenn man eine Reihe einfacher Massnahmen trifft. Von grosser Bedeutung ist jedoch die Aufmerksamkeit des Bedienungspersonals.

Es werden eine Reihe von Tabellen gegeben, die dem Personal bei der Vorbeugung und Bekämpfung dieser Erscheinungen behilflich sind.

Petrol şi Gaze **23**, 1972, nr. 2, p. 78
D.K. 622.245.7

C. Gh. Popa : **Dislokation des Gas-Erdöl-Gemisches durch Wasser in einem ungleichmässigen System**

Der Verfasser behandelt das Problem der Dislokation des Gas-Erdöl-Gemisches durch Wasser in einem ungleichmässigen System.

Es wird ein lineares, kontinuierlich geschichtetes System angenommen. Das Verhalten des Systems in seiner Allgemeinheit ist durch die zeitliche Summation der Ergiebigkeit einzelner Schichten beim Abfallen des konstanten Drucks gegeben.

Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass auch bei ungleichmässigen Lagerstätten eine auslösende Etappe besteht, in der, genau wie bei gleichmässigen Lagerstätten, praktisch nur Gase entwickelt werden. Im Verhältnis zur Ungleichmässigkeit und Viskosität des Erdöls kann die Etappe der integralen Wiedersättigung im Erdöl in gewissen Fällen bis zur endgültigen Ausbeutung der Lagerstätte verlängert werden.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 2, p. 88
D.K. 553.232

C. Savu, C. Giavarini, I. Zîrnă : **Wärmeverhalten der Paraffine und Isoparaffine, aus Bitumen**

Es wird das Verhalten von zwei Strassenbau-Bitumen dargelegt, denen reine Paraffine und Isoparaffine beigefügt wurden, wie Trikosan und Pristan sowie normales und Isoparaffin, die durch Adduktion eines Gatsch-Schlamms mit Harnstoff gewonnen wurden.

Es werden die Veränderlichkeitskurven des Zerbrechlichkeitsgrads des Bitumens mit Paraffin-und Isoparaffinzusatz, sowie die Veränderlichkeit der zeitlichen Schmelzwärme des Bitumens mit den betreffenden Zusätzen mit Bezugnahme auf den Verwendungsbereich dieser Bitumen dargelegt.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 2, p. 94
D.K. 665.637.72

M. Bălan: **Steigerung des Nutzungsgrades der Naturgase durch „Totalenergie" benannte Systeme**

Der Verfasser beschreibt kurz eine leistungsstarke Anlage zur Erzeugung thermischer und elektrischer Energie für Industrieeinheiten, soziale Komplexe oder städtische und ländliche Ortschaften, bei denen die Möglichkeit einer Speisung mit Naturgas bei einem Druck von 10—12 atü. besteht.

Ferner werden zwei Varianten vorgeschlagen, die im Falle von Verdichtungs-oder Pumpanlagen, wo als Kraftmaschinen Gasturbinen arbeiten, angewandt werden können.

Durch die Anwendung des dargelegten Systems wird nicht nur eine erhöhte Wärmeausnutzung und Senkung des Energiepreises, sondern auch die Wahrung der wertvollen Naturgasvorkommen unseres Landes angestrebt.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 2, p. 104
D.K. 662.69

SOMMAIRE

* * * **Editorial** 71—72

V. Negoiţă : **Contribution à l'application du modelage mathématique à l'analyse des diagraphies obtenues dans les sondes d'hydrocarbures** 73—77

M. Constantinescu : **Empêchement des éruptions pendant le forage** 78—87

C. Gh. Popa : **Le déplacement du mélange gaz-brut par l'eau dans un système non-uniforme** 88—93

C. Savu, C. Giavarini, I. Zîrnă : **Le comportement thermique des paraffines et des isoparaffines du bitume** 94—97

I. Cuptor : **La récupération du solvant dans l'installation de déparaffinage au MEC** 98—102

M. Turcu : **Détermination de la puissance de décoloration des terres décolorantes** 103

M. Bălan : **L'accroissement de l'efficacité de l'utilisation des gaz naturels par des systèmes appelés d',,énergie totale''** 104—106

M. Mareş : **Considérations sur l'étude, la recherche et la réalisation d'un équipement de protection imperméable et theromisolant pour l'industrie du péirole** 101—115

C. Boncu : **Obtention du pétrole lampant. Les premières ,,fabriques de gaz''** 116—181

V. Negoiţă : **Contribution à l'application du modelage mathématique à l'analyse des diagraphies obtenues dans les sondes d'hydrocarbures**

Dans la première partie de l'article on expose les principaux problèmes des diagraphies géophysiques obtenues dans les sondes qui traversent les roches à lithologie complexe contenant dans l'espace poreux des hydrocarbures et de l'eau.

On présente ensuite quelques modèles mathématiques élaborés pour les roches à lithologie complexe qui contiennent différents fluides et on indique les relations analytiques et les constructions graphiques utiles pour l'interprétation quantitative des diagraphies géophysiques de sonde.

Dans la partie finale, on exemplifie sur quelques collecteurs des structures géologiques de Roumanie, l'application des modèles mathématiques présentés, ainsi que les résultats obtenus par l'analyse des données au moyen des calculatrices électroniques.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 2, p. 73
C.D. 550.835.001.57

M. Constantinescu : **Empêchement des éruptions pendant le forage**

Des éruptions pendant le forage peuvent avoir lieu non seulement quand on traverse des formations à pression anormale mais aussi pendant le forage des formations à pression normale.

Il est important de connaître à l'avance l'entrée dans les zones à pression anormale pour pouvoir adapter un programme de tubage approprié.

La plupart des manifestations peuvent être détecteés et liquidées si l'on prend une série de mesures simples et le personnel est attentif.

L'article contient aussi des tableaux pour aider les techniciens dans ces opérations.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 2, p. 78
C.D. 622.245.7

C. Gh. Popa : **Le déplacement du mélange gaz-brut par l'eau dans un système non-uniforme**

On discute le problème du déplacement du mélange gaz-brut par l'eau, dans un système non-uniforme. Un système linéaire, à stratification continue est considéré. Le comportement du système, dans son ensemble, est donné par l'addition dans le temps, des performances des couches individuelles, à une chute de pression constante.

Les résultats ont mis en évidence le fait que chez les gisements non-uniformes aussi, il existe une étape initiale durant laquelle, tout comme chez les gisements uniformes, il n'y a pratiquement qu'une production de gaz. En fonction de la non-uniformité et de la viscosité du brut, l'étape de resaturation intégrale en brut peut se prolonger parfois jusqu'à la fin de l'exploitation du gisement.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 2, p. 88
C.D. 553.232

C. Savu, C. Giavarini, I. Zîrnă : **Le comportement thermique des paraffines et des isoparaffines du bitume**

L'article présente le comportement de deux bitumes routiers auxquels on a ajouté des paraffines et des isoparaffines pures telles que tricosan et pristan, ainsi que des paraffines normales et des isoparaffines obtenues par adjonction à urée d'un gatch.

On présente des courbes pour la variation de la fragilité du bitume avec l'adjonction de paraffines et isoparaffines, ainsi que pour la variation de la chaleur de fusion dans le temps du bitume avec les adjonctions respectives.

On fait des références à l'utilisation de ces bitumes avec des paraffines et des isoparaffines.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 2, p. 94
C.D. 665.637.72

M. Bălan : **L' accroissement de l'efficacite de l'utilisation des gaz naturels par des systèmes appelés ,,d'énergie totale''**

On décrit brièvement une installation à haut rendement qui produit l'énergie thermique et électrique nécessaire aux unités industrielles, aux établissements sociaux et aux localités urbaines et rurales, qui ont la possibilité d'être alimentées en gaz naturels à une pression de 10—12 atm.

On propose également deux variantes applicables aux stations de compression ou pompage où les machines de force sont des turbines à gaz.

Par l'application du système présenté on s'attache non seulement à obtenir une efficacité thermique élevée, et à réduire le coût de l'énergie, mais surtout à conserver les précieuses ressources naturelles en gaz de ce pays.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 2, p. 101
C.D. 662.69

Evoluţia industriei petroliere

Succeselor obţinute pe toate tărîmurile vieţii noastre economice şi sociale, o dată cu încheierea primului an al actualului cincinal, li se adaugă şi realizările din sectorul industriei extractive de ţiţei şi de gaze, al cărui aport contribuie la traducerea în viaţă a directivelor trasate de Congresul al X-lea al P.C.R., privind necesitatea lărgirii continue a bazei interne de materii prime, în cadrul căreia, un loc de frunte revine punerii în evidenţă şi exploatării rezervelor de hidrocarburi.

Vastul program de edificare a societăţii socialiste, transpus în sarcinile de dezvoltare a economiei naţionale în perioada cincinalului 1971—1975, atribuie un rol important lucrărilor geologice care vor fi întreprinse în această perioadă, în scopul identificării unor rezerve industriale sporite de ţiţei şi de gaze, care să permită creşterea extracţiei şi, pe această bază, satisfacerea în cît mai mare măsură a nevoilor economiei. Un accent deosebit este pus pe latura calitativă a obiectivelor ce stau în faţa industriei extractive de ţiţei şi de gaze, cunoscut fiind faptul că perspectivele rezervelor de hidrocarburi sînt totuşi limitate. Astfel, în aceşti ani se vor urmări în mod deosebit perfecţionarea metodelor de exploatare practicate în prezent, studierea şi punerea la punct, pe parcursul acestui cincinal, a unor noi metode de exploatare, care să conducă în viitor la creşterea coeficientului de recuperare a ţiţeiului din zăcăminte, peste valoarea obţinută în prezent, precum şi folosirea întregului fond de sonde existent şi a tuturor mijloacelor materiale şi băneşti, în vederea creşterii eficienţei în utilizare a acestora.

Exploatarea raţională a rezervelor de hidrocarburi pe parcursul întregului cincinal va permite atenuarea discrepanţelor ce vor apărea în viitorii ani între necesarul de resurse pentru asigurarea bazei energetice şi posibilităţile interne de acoperire. În acest sens, trebuie subliniat atenţia deosebită ce trebuie acordată aducerii la îndeplinire a tuturor măsurilor preconizate în acest scop, măsuri care vor contribui la economisirea eforturilor valutare pentru compensarea din import a necesarului de ţiţei în continuă creştere.

Rezultatele obţinute după încheierea primului an al cincinalului permit colectivului de muncitori, ingineri şi tehnicieni din industria extractivă de ţiţei şi gaze să privească cu încredere sarcinile ce le revin prin planul pe anul 1972.

În activitatea geologică, planul de descoperire a rezervelor industriale de hidrocarburi a fost îndeplinit în proporţie de 101,3% la ţiţei şi 104,5% la gaz metan, descoperindu-se în cursul anului 1971 un număr de 8 structuri petroliere noi şi 5 gazeifere. De asemenea, se menţionează, ca un rezultat pozitiv al bilanţului activităţii geologice, cu care s-a încheiat primul an al cincinalului, dovedirea, pentru prima dată în ţara noastră, a potenţialului industrial al unor obiective noi, situate la mare adîncime.

În activitatea industrială, planul producţiei globale a fost realizat în proporţie de 101,2%, dîndu-se peste plan aproape 85 000 t ţiţei, 216 mil. m^3 gaze de sondă, 3 mii t gazolină şi peste 165 mil. m^3 gaz metan. Sarcinile de plan pe anul 1972 prevăd o creştere de aproape 2,0% a producţiei globale realizate în anul precedent, producţia de ţiţei extras urmînd a atinge la finele acestui an 14,1 mil. t, iar cea de gaz metan 22,2 miliarde m^3. Unul dintre principalele obiective ale planului pe anul 1972 îl constituie îmbunătăţirea gospodăririi şi valorificării resurselor de ţiţei şi gaze naturale, care să permită creşterea în continuare a nivelurilor de producţie arătate. În acest scop, printre măsurile stabilite pe baza indicaţiilor conducerii partidului şi a statului va fi şi aceea de punere în valoare a unor zăcăminte cu conţinut mai redus, cărora mult timp nu li s-a acordat o suficientă importanţă. De asemenea, atenţia geologilor va fi concentrată spre cercetările menite să asigure noi rezerve de hidrocarburi în formaţiuni sedimentare de mare adîncime, exigenţele fiind concentrate, în special, în domeniul creşterii eficienţei cercetării geologice.

În sectorul forajului s-au semnalat, de asemenea, rezultate bune la încheierea anului 1971, în ceea ce priveşte extinderea metodelor moderne de foraj cu jet şi optimizat, care au reprezentat 42%, respectiv, 12% din volumul total al metrilor foraţi în acest an. Se constată totodată preocuparea în domeniul modernizării echipamentelor de lucru, realizîndu-se, cu forţe proprii, modernizarea a 28 de instalaţii de foraj în cursul acestui an, precum şi generalizarea folosirii fundaţiilor prefabricate din beton pentru instalaţiile de foraj. În acest sector de activitate, se constată, totuşi, şi unele rămîneri în urmă în activitatea unor grupuri industriale, unde viteza forajului pe instalaţie/an activă nu a crescut pe măsura posibilităţilor existente.

În acest sens, ridicarea calitativă a activităţii economice, car aşa cum s-a mai arătat, este una dintre trăsăturile dominante ale sarcinilor de plan din actualul cincinal, se impune cu o deosebită acuitate în sectorul cercetării geologice şi, în general, al forajului sondelor, pentru care statul nostru alocă an de an mari fonduri de investiţii. În acest scop, se cuvine să se acorde o mare atenţie noilor mijloace tehnice cu care au fost înzestrate unităţile din acest sector, cum sînt staţiile seismice cu înregistrare numerică şi instalaţiile de foraj de mare adîncime, cît şi promovării cu curaj a metodelor avansate de foraj, pentru care aplicarea pe scară cît mai largă a forajului cu jet, a unor noi reţete privind fluidele de foraj, precum şi lărgirea gamei de sape folosite, de tipul celor cu role şi diamante, vor contribui la creşterea vitezelor de avansare şi la reducerea preţului de cost pe metru forat, atenuînd influenţa negativă a creşterii adîncimilor de foraj, inerentă tendinţei actuale de investigare şi de punere în valoare a unor acumulări de hidrocarburi la adîncimi tot mai mari. Sarcinile planului pe anul 1972 prevăd o creştere de 3,4% a vitezelor de lucru, în condiţiile creşterii adîncimii medii cu aproximativ 235 m, care se vor reflecta printr-o reducere a costului pe metru forat.

Paralel cu aceste măsuri, pentru asigurarea unui raport raţional între rezerve şi producţie, care conduce la necesitatea atingerii nivelurilor arătate pentru anul 1972, se vor urmări perfecţionarea metodelor de exploatare, în scopul creşterii randamentului sondelor şi a coeficientului de recuperare a ţiţeiului din zăcăminte, precum şi folosirea mai bună a gazelor de sondă, asigurîndu-se condiţii pentru trecere la exploatarea rezervelor de la mari adîncimi.

În anul 1971, în activitate de extracţie, ca urmare a aplicării pe scară semiindustrială a proceselor de combustie subterană, — metodă unică în Europa, — s-a obţinut un plus de circa 85 000 t ţiţei, factorul final de recuperare pe zăcămînt crescînd de la 9,8% (obţinut prin metode clasice) la peste 30%.

De asemenea, pe seama intensificării acțiunii de exploatare rațională a zăcămintelor, precum și prin injecția agenților de lucru în strat, în anul 1971 s-a obținut un plus de producție de 10,8% din producția totală de țiței pe țară. În continuare se vor lărgi procesele de injecție de apă și gaze, măsurile de intensificare a afluxului de țiței în sonde prin fisurare hidraulică, tratamentele cu solvenți și agenți tensioactivi și se vor extinde și la alte zăcăminte metodele termice aplicate pe scară semiindustrială la Suplacu de Barcău și experimental la Dealu Bătrîn.

Nivelurile de producție prevăzute pentru cincinalul în curs s-au fundamentat pe baza unor producții medii din sondele noi superioare realizărilor din ultimii ani ai cincinalului trecut.

În activitatea de extracție și de transport al gazului metan, se vor urmări utilizarea rațională a presiunii gazelor în zăcăminte și menținerea unui grad normal de asigurare cu rezerve. În acest scop trebuiesc extinse lucrările de cercetare în vederea descoperirii de noi rezerve în zonele extracarpatice, a căror pondere crește, cunoscut fiind faptul că Depresiunea Transilvania, ca urmare a gradului avansat de cercetare a formațiunilor gazeifere, determinat de ritmul mare de cercetare realizat în perioada 1961—1970, intră, după anul 1971, din punctul de vedere al prospectării și exploatării, într-o fază de declin. Paralel cu deplasarea ponderii activității de cercetare în zonele extracarpatice, cresc și adîncimile medii de foraj, manifestîndu-se de asemenea, și un regres al eficienței lucrărilor geologice pentru descoperirea rezervelor de gaz metan, fapt ce implică concentrarea eforturilor în sensul atenuării acestor condiții obiective nefavorabile.

Creșterea nivelurilor de extracție al gazului mtean în anii cincinalului în curs duce la mărirea capacității de transport, prin amplificarea rețelei de conducte magistrale existente și construirea unor noi conducte magistrale. Astfel, în 1971, au fost construiți și dați în folosință 185 km conducte, iar planul pe anul 1972 prevede realizarea a încă 427 km, astfel încît la finele acestui an rețeaua de conducte magistrale va depăși 6 100 km.

Investițiile alocate transportului pe conducte al gazului metan prevăd și montarea unor stații de compresoare de mare capacitate și randament.

În scopul valorificării maxime a acestei prețioase bogății a subsolului românesc ca materie primă în diferite procese tehnologice și de chimizare, paralel cu măsurile preconizate pentru asigurarea nivelurilor de producție prevăzute, o atenție deosebită trebuie acordată raționalizării consumurilor de gaz metan, prin măsuri de creștere a randamentelor în instalațiile de utilizare, amestecarea gazelor naturale cu gaze inerte în unele procese de ardere, folosirea de combustibili inferiori, în special în producerea energiei termoelectrice etc.

Realizările obținute, precum și sarcinile prevăzute pentru forajul sondelor și extracția țițeiului și gazelor nu ar fi de conceput fără grăbirea procesului de reutilare și modernizare a mijloacelor tehnice din dotarea industriei petroliere. Trebuie subliniat cu acest prilej progresul remarcabil al industriei constructoare de mașini, prin introducerea în fabricație a unor utilaje cu un grad ridicat de tehnicitate, dintre care se menționează instalațiile de foraj pînă la 7000 m adîncime, F 320—3 DH, F 320—DE cu acționare Diesel electrică, agregatele aferente acestor instalații, pompe de noroi triplex, prevenitoare de erupție etc. Se menționează, de asemenea, instalația SG-200, pentru prospecțiuni geologice în structuri tari, prin foraj pînă la 1200 m, realizată după proiecte originale, precum și noile tipuri de țije de pompaj de mare rezistență.

Este absolut necesară, însă, o corelare strînsă între producția și livrarea acestor agregate și utilaje și termenele prevăzute de punere în funcțiune la beneficiar, întrucît întîrzierile, precum și nerespectarea întocmai a obligațiilor contractuale au creat greutăți industriei petroliere în buna desfășurare a activității anului care a expirat.

Sarcini importante sînt prevăzute în planul pe anul 1972 în domeniul cercetării științifice, temele nominalizate fiind desprinse, în principal, din programul cercetării științifice pe perioada 1971—1980, ținînd seama și de îmbunătățirea adusă acestuia pe baza acțiunilor desfășurate în anul 1971, referitoare la intensificarea aportului cercetării românești pentru punerea în valoare a resurselor naturale și la perfecționarea și diversificarea tehnologiilor. În acest cadru, se remarcă cercetările referitoare la investigarea complexă a Platformei continentale a Mării Negre, precum și mărirea factorului final de recuperare la zăcămintele de țiței.

Preocuparea în domeniul creșterii eficienței economice s-a manifestat complex și multilateral în toate sectoarele de activitate, dar mai cu seamă în activitatea industrială și în cea de foraj. Astfel, creșterea permanentă a productivității muncii a ocupat în continuare un loc important în scăderea prețului de cost și creșterea acumulărilor în industria extractivă de țiței, prin scăderea ponderii salariilor în totalul cheltuielilor de producție, în condițiile de creștere a cîștigului mediu.

Anul 1971 înscrie în ramura extractivă de țiței și gaze o depășire a planului productivității muncii cu 1,6%, sarcinile pentru anul în curs fiind cu 1,5% superioare acestei realizări.

Ansamblul măsurilor menite să conducă la creșterea productivității muncii, prevăzute prin planul pe anul 1972, orientate în special spre modernizarea echipamentului și proceselor tehnologice de extracție a țițeiului, creșterea ponderii muncitorilor direct productivi în totalul salariaților, extinderea cumulului de funcțiuni înrudite și policalificarea muncitorilor, se concretizează prin economisirea salariilor unui număr important de salariați, necesari suplimentar, dacă planul de producție prevăzut pentru anul 1972 s-ar realiza în condițiile productivității muncii din anul 1971.

Gospodărirea judicioasă a resurselor materiale apare ca o principală cale de reducere a cheltuielilor de producție și de mărire a rentabilității extracție de țiței, dată fiind ponderea mare pe care o au cheltuielile materiale în structura prețului de cost, ca și în valoarea producției, precum și tendința lor de menținere la un nivel ridicat. Acest lucru se datorește specificului industriei extractive de țiței, care, în condițiile unei exploatări raționale a zăcămintelor, reclamă, pentru creșterea producției, sporirea capacităților de producție, respectiv a numărului de sonde, reflectat în prețul de cost, prin amortizarea fondurilor fixe (peste 50% din cheltuielile materiale).

Numărul de sonde, în creștere, necesare a se săpa an de an pentru realizarea nivelurilor de producție prevăzute prin plan, la adîncimi medii sporite dată fiind deplasarea spre adîncimi mai mari a zăcămintelor de hidrocarburi, determină creșterea amortizărilor prin creșterea fondurilor fixe. De aceea, se impun continuate măsurile de raționalizare a acestor mijloace fixe, prin redistribuirea lor pe alte șantiere, cînd devin disponibile, în urma scăderii ritmului producției și, de asemenea, prin acțiunea de a se clarifica în termene cît mai scurte situația sondelor ce nu produc, prin repararea și punerea în exploatare a celor cu potențial de producție sau abandonarea sondelor care nu mai au nici un fel de perspectivă.

În cursul anului 1971 s-a pus un accent deosebit pe utilizarea rațională a capacităților de producție, prin măsurile și acțiunile întreprinse, reușindu-se să se reducă fondul sondelor neproductive de la 6,5% la 1 ianuarie 1970, la 0,3% din total fond sonde la finele anului 1971.

Deși cheltuielile de producție în industria extractivă de țiței au fost judicios planificate în actualul cincinal rezultatele obținute în acest prim an al cincinalului (pe primele trei trimestre s-au obținut în industria petroliferă economii suplimentare la prețul de cost în valoare de 24 mil. lei) demonstrează că sarcinile stabilite sînt de deplin realizabile, atunci cînd se acționează eficace pentru exploatarea rațională a zăcămintelor de țiței, pentru gospodărirea rațională a resurselor materiale și umane din fiecare grup industrial și schelă în parte.

Rezultatele obținute pînă în prezent de petroliști constituie elemente dinamizatoare pentru transpunerea în practică a sarcinilor trasate de Congresul al X-lea pe următorii ani ai cincinalului și un îndemn pentru realizarea și depășirea sarcinilor pe anul 1972.

Contribuţii privind aplicarea modelării matematice în vederea prelucrării diagrafiilor obţinute în sondele de hidrocarburi

V. Negoiţă

Evaluarea din punct de vedere cantitativ a oricărui colector de hidrocarburi necesită cunoaşterea cîtorva parametri fizici ai rocii, cum sînt : porozitatea, permeabilitatea, gradul de umplere cu hidrocarburi (saturaţia sistemului poros), precum şi grosimea secţiunii de rocă impregnată.

Determinarea acestor parametri fizici poate fi făcută anterior fazei de exploatare în mod direct, prin analize de rocă extrase din sondă şi prin metode geofizice, iar după punerea în producţie a sondei, prin metode hidrodinamice.

Măsurătorile geofizice efectuate în sondă cu ajutorul metodelor electrice, radioactive, acustice etc., permit înregistrarea unor profile continue ale unor mărimi cu sens geofizic, din care în urma unui proces de prelucrare sînt extraşi parametri petrofizici ai rocii amintiţi.

Acest proces de prelucrare a informaţiei geofizice este bazat pe un sistem de ecuaţii cu caracter empiric şi este realizat pentru comoditate prin folosirea unor grafice aşa-zise de interpretare cantitativă.

În mod curent procesul de prelucrare este aplicat unui număr limitat de niveluri (strate) şi este realizat în cele mai multe cazuri după un model simplificat, constituit de un mediu omogen şi izotrop din punctul de vedere al distribuţiei sistemului poros.

Cum natura şi rocile oferă în cele mai multe cazuri exemple de neuniformitate, de variaţie a oricărui parametru fizic în raport cu o direcţie, sistemul de pelucrare a informaţiei geofizice de sondă prezentat mai sus a devenit nesatisfăcător. De aceea la nivel mondial, în ultimii 5 ani s-a manifestat o accentuată diminuare a cercetărilor pentru crearea de noi metode şi aparaturi geofizice de sondă, principala problemă de studiu constituind-o integrarea actualului sistem de informaţii obţinute prin măsurători de sondă într-un sistem complex şi complet de prelucrare a datelor, apt pentru evaluarea cît mai corectă a potenţialului productiv al rocilor.

Prezentul articol îşi propune prezentarea rezultatelor unor studii întreprinse de autor în această direcţie, în ultimii ani.

1. Particularităţile rocilor investigate şi ale metodelor geofizice de sondă

Rocile sedimentare şi uneori eruptive întîlnite în mod frecvent în investigarea geofizică a sondelor prezintă compoziţii mineralogo-petrografice, structuri şi texturi foarte diferite, ca urmare a condiţiilor de formare şi a proceselor ulterioare pe care acestea le-au suportat.

Dintre aceste compoziţii mineralogo-petrografică, precum şi structura şi distribuţia sistemului de pori au un rol deosebit în determinarea porozităţii, a saturaţiei în fluide şi a posibilităţii de mişcare a fluidelor prin spaţiul poros.

Din punctul de vedere al investigării geofizice se poate considera că rocile sedimentare, care constituie obiectivul principal al cercetării pentru hidrocarburi, pot fi clasificate după scheletul solid al rocii, după caracterul matricii şi după geometria sistemului poros.

Scheletul solid al rocii poate fi constituit din granule de cuarţ (gresii, nisipuri, aleurite), argile, calcit şi dolomit (roci carbonatice), sare, anhidrit şi ghips (roci de precipitaţie chimică).

Matricea rocii în schimb poate fi argiloasă, calcitică sau silicioasă. De obicei, în majoritatea lucrărilor geofizice de sondă se substituie termenului de matrice atît scheletul solid, cît şi matricea propriu-zisă, convenţie care este acceptată şi în cadrul acestei lucrări.

Sistemul poros al rocii poate prezenta o porozitate uniform distribuită, de tip intergranular, frecventă în nisipuri, gresii, oolite şi unele calcare cretoase.

Există însă multe roci la care spaţiul poros al acesteia este datorat şi unor procese secundare, ulterioare depunerii rocii, care au dat naştere unor fracturi, fisuri, geode ce pot sau nu să fie umplute cu minerale, constituind aşa-zisa porozitate secundară.

Spaţiul poros al rocii poate fi saturat cu fluide diferite : ape dulci sau mineralizate, ţiţei, condensat sau gaze.

Diversitatea destul de mare a caracteristicilor petrografo-petrofizice ale rocilor şi ale fluidelor conţinute în pori solicită aplicarea unor metode geofizice de investigare astfel alese, încît să permită definirea mineralelor şi a fluidelor rocii.

Între metodele geofizice folosite în mod curent pentru investigarea rocilor traversate de sonde sînt amintite următoarele :

a) metodele clasice de carotaj electric cu suite de dispozitive potenţiale sau gradiente, cum sînt metodele DRR [1], B K Z [2],

Schlumberger [3], capabile să determine valorile rezistivității reale a rocii, a diametrului zonei de invazie, precum și a rezistivității zonei invadate;

b) macrodispozitivele cu curenți focalizați (laterologul și carotajul inductiv), care asociate cu microdispozitivele focalizate (microlaterolog, proximitolog) pot furniza aceeași trei parametri geofizici determinați și prin metodele clasice, avînd avantajul unei mai bune rezoluții pe verticală, în schimbul unei diminuări a razei de investigare în plan orizontal [2, 3].;

c) carotajul radioactivității naturale gamma legat direct de radioactivitatea rocilor [2,3];

d) carotajul neutronic, carotajul gamma-gamma de densitate și carotajul acustic, măsurînd proprietăți diferite legate atît de caracteristicile fluidului din spațiul poros, cît și de compoziția mineralogo-petrografică a rocilor [2, 3].

Modul în care aceste măsurători geofizice pot fi transformate în parametri geofizici ai rocilor și, mai departe, trecerea de la aceștia la parametri petrofizici ai rocilor au fost tratate în lucrările [4, 5, 6, 7].

Procedeele descrise în aceste lucrări sînt aplicabile însă prelucrării diagrafiilor de sondă la un număr limitat de puncte (strate). Prelucrarea completă a materialului diagrafic înregistrat la sonde necesită însă un volum enorm de calcule, reclamînd atît existența unui calculator electronic, cît și a unor modele matematice după care să se efectueze prelucrarea acestor date.

2. Modelarea matematică în vederea prelucrării diagrafiilor de sondă

Cercetările întreprinse în ultimii ani pentru îmbunătățirea prelucrării materialelor geofizice de sondă obținute în roci cu litologie complexă [6] au condus la elaborarea următorului sistem de prelucrare a datelor, bazat pe aplicarea unor modele matematice constituite din ecuații liniare.

Fie A_1, $A_2 \ldots A_n$ proprietățile fizice ale rocilor ce urmează a fi măsurate prin metodele geofizicii de sondă și X_1, $X_2 \ldots X_n$, fracțiunile din volumul total al rocii, ocupate de componenții minerali a_1, $a_2 \ldots a_{n-(k+1)}$ și de componenții fluizi a_k, $a_{k+1} \ldots a_n$.

În acest caz dacă vom dispune de $(n-1)$ măsurători geofizice efectuate asupra rocii, de valori y_1, $y_2 \ldots y_{n+1}$, va fi posibilă legarea acestor mărimi printr-un sistem de ecuații de forma:

$$\sum_j a_{ij} x_j = y_i, \text{ unde } \begin{cases} i = (1, 2, \ldots, n-1) \\ j = (1,2, \ldots, n) \end{cases}$$

în care (j) are semnificația componentului mineral sau fluid al rocii, iar (i) pe aceea a proprietății fizice măsurate cu ajutorul unei aparaturi geofizice.

În plus, suma tuturor fracțiunilor componenților minerali sau fluizi trebuie să fie egală cu unitatea, adică:

$$\sum_j a_{nj} x_j = y_n, \quad j = (1,2, \ldots n)$$

unde $a_{nj} = y_n = 1$ pentru toți j.

Aceste relații pot fi exprimate în mod convențional printr-o ecuație matricială:

$$A\vec{X} = \vec{Y},$$

în care A reprezintă matricea coeficienților iar $\vec{X}$ și $\vec{Y}$, vectorii coloană ai necunoscutelor și ai termenilor liberi.

Soluția acestei ecuații pentru fracțiunile din volumul total al rocii ocupate de componenții minerali și fluizi este dată de:

$$\vec{X} = A^{-1}\vec{Y},$$

în care A^{-1} reprezintă matricea inversă.

Prezentarea sub formă grafică a celor exprimate mai sus se poate face considerînd pentru început un sistem de axe rectangulare $OA_1A_2A_3$ cu sensurile indicate în figura 1.

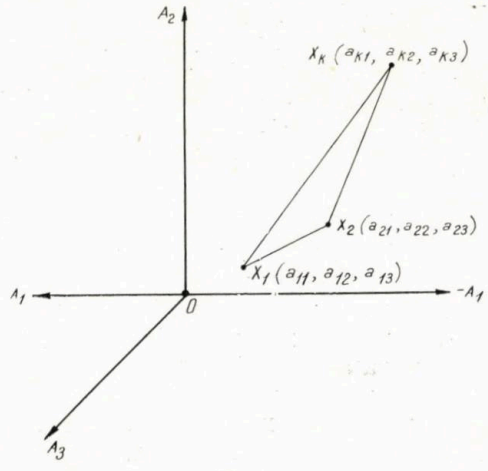


Fig. 1.

Este ușor de observat că într-un astfel de cadru vor putea fi analizate numai trei proprietăți fizice ale rocilor obținute prin înregistrări diagrafice. Trecerea de la acest sistem simplificat într-un spațiu tridimensional la o analiză mai amplă a unor proprietăți fizice va face apel la spații n-dimensionale.

Să considerăm în acest spațiu tridimensional două puncte X_1 și X_k, ale căror coordonate caracterizează valorile proprietăților fizice $A_1A_2A_3$, pentru un anumit mineral (X_1) și pentru un anumit fluid (X_k) conținut în spațiul poros al mineralului (X_1). Un alt mineral (X_2) va avea în mod normal alte coordonate (a_{21}, a_{22}, a_{23}) exprimînd valorile caracteristice ale proprietăților acestuia.

Dreapta $\overline{X_1X_k}$ conține toate rapoartele amestecului dintre componentul mineral X_1 și componentul fluid X_k. Cosinusurile directoare ale acestei drepte reprezintă niște constante caracterizînd în mod univoc componentul mineral X_1. Un alt component mineral X_2 care conține și fluide va avea alte valori ale cosinusurilor directoare corespunzătoare dreptei $\overline{X_2X_k}$.

În cazul rocilor care nu conțin fluide, amestecul componenților minerali X_1 și X_2 va fi reprezentat de dreapta $\overline{X_1X_2}$.

Cosinusurile directoare ale dreptelor $\overline{X_1X_k}, \overline{X_2X_k}, \ldots, \overline{X_{n-((k+1)}X_k}$ caracterizează un anumit component mineral pentru cazul unui anumit fluid conținut în spațiul poros al rocii.

Prin proiectarea dreptei $\overline{X_1X_k}$ pe cele trei planuri A_1OA_2, A_2OA_3 și A_3OA_1 se poate ajunge la o formă mai des întîlnită în interpretarea diagrafiilor geofizice de sondă, și anume la graficele duale pentru care se pot scrie egalități de forma :

$$\frac{a_{k1} - a_{11}}{a_{k2} - a_{12}} = \frac{a_{k3} - a_{13}}{a_{k1} - a_{11}} = \ldots$$

Considerînd planul A_1OA_2 și atribuind, de exemplu, indicele (1) măsurătorilor carotajului de densitate, indicele (2) măsurătorilor de carotaj acustic și indicele (k), apei interstițiale a rocii, se obțin egalități de forma :

$$\frac{d_M - d_F}{\Delta t_F - \Delta t_M},$$

unde (d) și (Δt) semnifică densitatea și timpul de parcurs al sunetului, iar indicii (M) și (F), matricea și fluidul rocii.

Această ultimă formă caracterizează numai matricea rocii, demonstrația făcîndu-se prin aducerea ecuațiilor de răspuns ale carotajului de densitate și a celui acustic la forma :

$$\frac{\Delta t_F - \Delta t_D}{\Delta t_F - \Delta t_M} = \frac{d_D - d_F}{d_M - d_F} = 1 - P,$$

unde (P) are semnificația porozității, iar indicele (D), pe aceea a unei valori înregistrate în diagrafia obținută la sondă.

Este evident că prin acest procedeu pot fi modelate matematic orice combinații de minerale și fluide la care se dispune de măsurători geofizice.

3. Aplicații practice

Procedeele de modelare matematică prezentate în această lucrare au fost aplicate la prelucrarea cu ajutorul calculatoarelor electronice a materialului diagrafic înregistrat pe o serie de structuri geologice din R.S. România.

Procesul de prelucrare a materialului diagrafic a cuprins mai multe etape, și anume :

a) preinterpretarea
b) alegera parametrilor și a modelului matematic
c) prelucrarea la calculator
d) prezentarea rezultatelor

Etapa de preinterpretare este o etapă absolut obligatorie în prelucrarea datelor la calculator. Ea are ca scop transformarea valorilor obținute pe diagrame în parametri geofizici, care pot fi prelucrați la calculator și implică cunoștințe fundamentale în interpretare.

Paralel cu aceasta, efectuarea analizelor petrografice, geochimice și roentgenografice în laborator pe probe de rocă pentru determinarea mineralelor ce urmează a fi introduse în model constituie a doua parte a etapei de preinterpretare.

Etapa următoare își propune pe baza parametrilor geofizici disponibili și a analizelor pe carote, alegerea modelului matematic cu care se va face prelucrarea fiecărui interval din profilul sondei.

Prelucrarea datelor la calculator solicită algoritmizarea interpretării și scrierea unor programe adecvate scopurilor geofizicii de sondă.

Prezentarea rezultatelor poate fi făcută fie sub formă numerică, fie sub formă grafică, ultima formă de prezentare fiind mai indicată pentru a fi folosită de personalul industriei extractive de hidrocarburi.

În figura 2 sînt exemplificate rezultatele prelucrării la calculator ale unui interval constituit din roci carbonatice aparținînd neocomianului, de pe o structură petroliferă a platformei moesice.

La această sondă au fost înregistrate carotaje electrice și focalizate cu micro— și macro. dispozitive, carotaje radioactive și carotaj acustic. De asemenea, materialul recuperat prin carotarea mecanică a sondei a fost supus unor analize de laborator.

Pe această bază a fost efectuată o prelucrare a datelor la calculator, axată pe modelul unui calcar cu argilă diseminată, conținînd apă și hidrocarburi în spațiul poros granular și fisurat-vacuolar (porozitate secundară).

Prelucrarea datelor a fost făcută la un calculator I.B.M. 360/30, programul respectiv fiind scris în FULLFORTRAN. Prima parte a acestui program cuprinde o analiză de corelație a șirurilor de valori a diferiților parametri obținuți prin măsurători geofizice, pentru a permite în acest fel o aducere la aceeași adîncime a datelor înregistrate în gaura de sondă cu aparaturi diferite în marșuri separate. După aceea se trece la rezolvarea sistemului de ecuații conform modelului matematic ales.

Prezentarea grafică a rezultatelor a fost înscrisă pe trei coloane diferite.

Coloana din stînga reprezintă o analiză litologică indicînd volumele ocupate de argilă, de calcar, porozitatea primară și secundră, ca fracțiuni ale volumului total al rocii.

Coloana din dreapta reprezintă o analiză a fluidelor conținute în spațiul poros, raportate și ele la volumul total al rocii, și anume : volumele ocupate de apă, hidrocarburile reziduale și hidrocarburile vehiculabile prin spațiul poros al rocii, care pot fi extrase în timpul procesului de exploatare.

Pe coloana centrală sînt indicate în procente saturațiile în hidrocarburi și porozitatea secundară.

Cel de-al doilea exemplu este furnizat de o sondă ce traversează un trias dolomitic impregnat cu hidrocarburi pe structura geologică căreia îi aparține sonda. Pentru exemplificarea modelării în apă interstițială sărată a fost aleasă o sondă plasată lateral pe structură, care la probele de producție a dat apă.

Și la această sondă s-a dispus de diagrafii geofizice și de analize de laborator complete. Modelul folosit a fost axat pe un dolomit cu argilă diseminată, porozitate primară și secundară, saturat cu apă sărată. Rezultatele prelucrării sînt exemplificate grafic sub o formă continuă în figura 3.

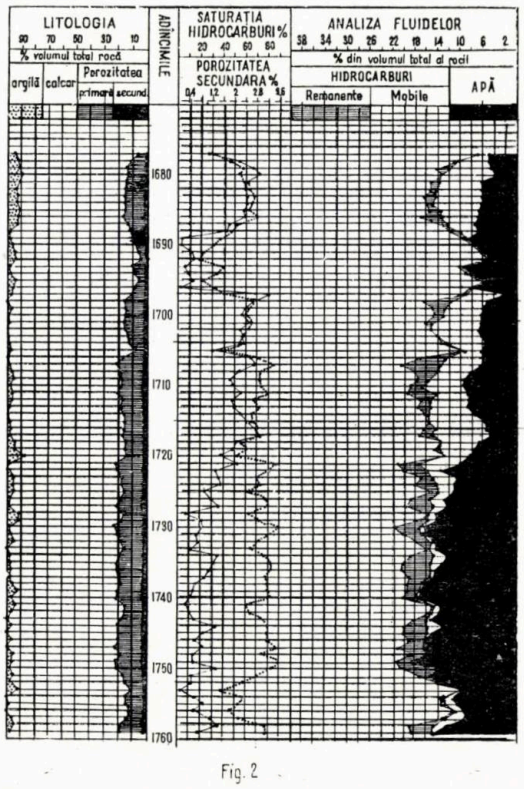


Fig. 2

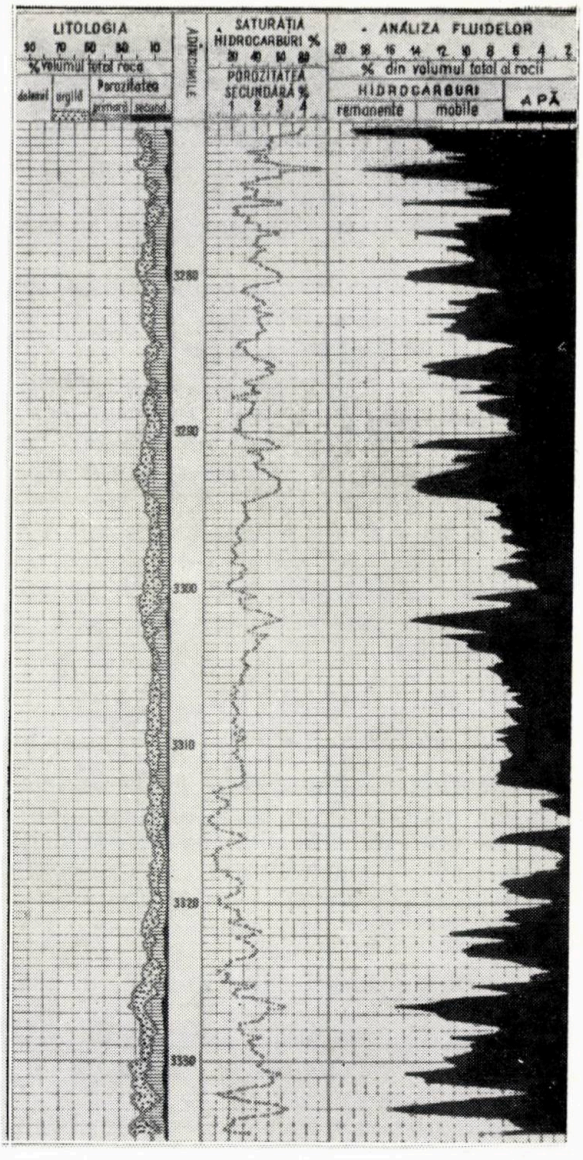


Fig. 3.

Cel de-al treilea exemplu redat în figura 4 aparține unei sonde ce a traversat un albian carbonatic de pe o structură productivă din centrul platformei moesice.

Diagrafiile geofizice și analizele de laborator pe carote au condus la alegerea unui model mai complex, compus din două submodele pentru cele două forme de depunere a argilei : diseminată și structurală. Modelul principal este bazat pe un calcar argilos cu porozitate primară și secundară impregnat cu apă și hidrocarburi. De fapt, sonda produce în prezent prin gaură liberă, cu un procent de aproximativ 50 % impurități.

Rezultatele prelucrării datelor la calculator sînt prezentate în figura 4, indicîndu-se în dreptul fiecărui interval sub modelul matematic ales de prelucrarea la calculator.

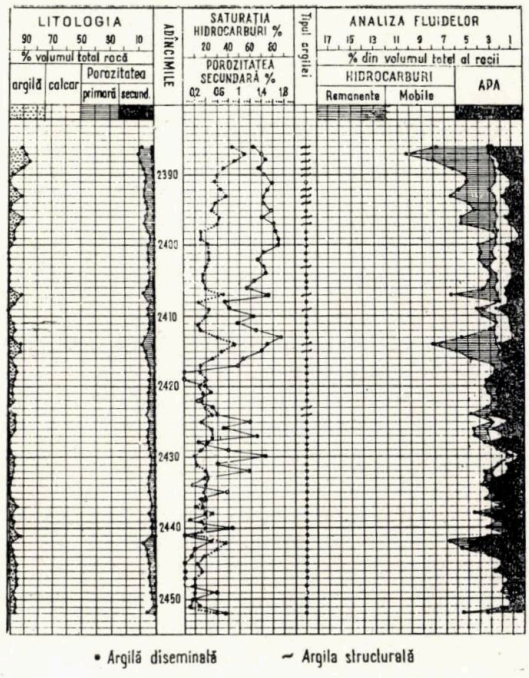


Fig. 4.

Concluzii

Folosirea completă a întregului potențial de informații oferite de diagrafiile de sondă solicită sisteme noi de prelucrare, mult mai evoluate decît cele folosite pînă în prezent.

Analiza complexă și completă a acestor date poate fi realizată în condiții optime prin folosirea conjugată a diagrafiilor geofizice și a analizelor pe carote în vederea formulării unui model matematic după care să se efectueze prelucrarea la calculator.

Exemplificările furnizate în această lucrare, pledează pentru introducerea în practica prelucrării informației geofizice de sondă a metodelor elaborate în cadrul studiilor întreprinse de autor pentru aplicarea metodelor matematicii moderne și a calculatoarelor în geofizica de sondă.

BIBLIOGRAFIE

1. Negoiță, V. G. Procedeu și dispozitiv pentru carotajul electric al sondelor. Brevet R.S.R. nr. 51504/1967.
2. Dahnov, V.N. Interpretația rezultatov geofiziceskih isledovanii scvajin. Gostoptehizdat, 1955. Moscova. p. 207.
3. Schlumberger. Log Interpretation Principales. Company Document, New York, 1969, p. 35.
4. Negoiță, V. G. În : Petrol și gaze **18**, nr. 8, aug. 1967, p. 300.
5. Negoiță, V. G. Izpolzovanie graficeschih metodov v gheofiziceschih isledovanie razrezov glubochih scvajin. Sbornic materialov gheofiziceschie simpoziona 17—22 apr. 1967. Editura CAER. Moscova, 1968, p. 65.
6. Negoiță V. G. În : Petrol și gaze, 21, nr. 10. oct. 1970, p. 585.
7. Negoiță, V. G. În : Petrol și gaze, **22**, nr. 2, febr. 1971, p. 71.

Cîmp larg de activitate, cercetării în industria extractivă de țiței și gaze din Moldova

Legea pentru adoptarea planului cincinal de dezvoltare economico-socială a țării pe perioada 1971 — 1975 stabilește cercetării științifice sarcini de o deosebită importanță. În ceea ce privește sectorul extractiv de hidrocarburi, acesta trebuie să-și sporească contribuția la lărgirea batei de materii prime și substanțe utile, a bazei energetice în general.

O atenție deosebită acordă problemelor cercetării științifice specialiștii Grupului industrial de foraj extracție țiței din Moinești. Astfel, pentru obținerea unor factori de recuperare măriți, procesele de injecție de apă în zăcămînt sînt și în prezent metoda principală de exploatare secundară aplicată. Totodată, în colaborare cu Institutul de cercetări din Cîmpina, urmează să se aplice și alte procedee adecvate condițiilor geologofizice ale zăcămintelor de aici, așa cum sînt injecția cu apă vîscoasă, injecția cu bioxid de carbon etc. Atenția cercetătorilor se îndreaptă și spre îmbunătățirea tehnologiei exploatării cu injecție de apă normală prin trecerea, în unele cazuri, la injecția ciclică.

Un factor important în sfera cercetării științifice îl constituie îmbunătățirea metodelor de sporire a productivității sondelor prin aplicarea pe scară largă a metodelor de stimulare, cum sînt : fisurarea hidraulică, tratamentele cu solvenți, cu soluții acide, tensioactive și altele, prin care se obțin lunar, cantități de țiței echivalente cu producția pe două zile a întregului grup.

Cercetătorii de la G.I.F.E.T. Moinești acordă o atenție sporită creșterii randamentului sondelor cu debite mici, sarcină ce rezultă din orientarea planului cincinal, care prevede executarea de lucrări pentru stabilirea posibilităților și a tehnologiilor de valorificare eficientă a substanțelor din zăcăminte mai sărace.

Mărirea productivității sondelor de mare adîncime este o altă sarcină importantă, ca și înlăturarea diferitelor blocaje ale stratului productiv.

Un alt domeniu în care cercetarea științifică are un cîmp larg de afirmare este cel care se referă la îmbunătățirea tehnologiei extracției și a tratării țițeiului. În extracția prin pompaj de adîncime se urmărește creșterea duratei de funcționare a echipamentului de fund și asigurarea funcționării acestuia în condiții grele. Cercetările vor urmări reducerea numărului de ruperi ale prăjinilor de pompare. Este necesar, de asemenea, să se introducă în uzul curent pompe de extracție de construcții îmbunătățite.

În ceea ce privește prezența nisipului în fluidele extrase, cercetarea urmărește elaborarea unor filtre îmbunătățite, care să împiedice pătrunderea nisipului în pompă și în echipamentul de pompare.

Cercetările urmează să fie intensificate și în domeniul tratării țițeiului pentru înlocuirea dezemulsionanților utilizați în prezent, în scopul reducerii cheltuielilor de tratare.

Dacă la toate acestea se mai adaugă problemele privind perfecționarea tehnologiei forajului și cele referitoare la fundamentarea lucrărilor privind descoperirea rezervelor de hidrocarburi prevăzute în plan, precum și proiectele și studiile de exploatare a zăcămintelor, se poate spune că în cincinalul 1971 — 1975 cercetarea are un larg cîmp de activitate în industria extractivă de țiței și gaze din Moldova.

Evitarea erupţiilor în timpul forajului

M. Constantinescu

Opinia cea mai răspîndită este că erupţiile din timpul forajului sînt asociate cu prezenţa presiunilor anormale de formaţiune şi în aceste situaţii se iau precauţiuni deosebite. În realitate, mai mult de jumătate din numărul erupţiilor au avut loc în formaţiuni cu presiuni de formaţiune normale [1]. Pentru ca fluidele dintr-o formaţiune să intre în gaura forată este suficient ca presiunea în dreptul stratului potenţial eruptiv să scadă sub presiunea fluidelor din formaţiune. Acest dezechilibru poate fi generat de mai multe cauze.

1. Cauzele generatoare de dezechilibru

1.1. *Insuficienta densitate a fluidului de foraj*

Această situaţie, care constituie aproximativ 15 % din totalul cazurilor de manifestaţie, se poate prezenta cînd formaţiunile conţin fluide sub presiune anormală.

Originea şi efectele presiunilor anormale din formaţiune au fost tratate într-un articol anterior [2]. Totuşi, pentru claritate se vor arăta şi în prezentul articol unele aspecte.

Se consideră presiuni de formaţiune anormale cele ce au un gradient mai mare de 0,107 kgf/cm²/m de adîncime. Ele pot ajunge pînă la valori de 0,24 kgf/cm²/m corespunzînd presiunii litostatice.

Stratele cu presiuni anormale sînt mai puţin compactizate decît stratele cu presiuni normale situate la aceeaşi adîncime şi, în consecinţă, au o rezistenţă mai redusă şi se pot fisura mai uşor. Cînd densitatea noroiului necesar controlării fluidelor din formaţiune depăşeşte 1,8 kg/dm³, pericolul de fisurare este totdeauna prezent.

Rocile ce au fluide sub presiuni anormale sînt în genere mai poroase şi conţin un volum mai mare de fluide.

Există însă şi roci care au o porozitate şi o permeabilitate foarte mică (marne, unele gresii) şi care pot conţine fluide, în special gaze, sub presiune mare, dar avînd un volum mic. Ele pot gazeifica noroiul şi produce şi alte dificultăţi de foraj (dărîmări, manifestaţii) dar nu pot cauza erupţii libere.

Există şi alte situaţii cînd se întîlnesc formaţiuni cu presiune anormală, dar avînd un volum mic şi, deşi pot provoca erupţii, se epuizează foarte repede.

Presiunile anormale pot fi detectate şi chiar evaluate.

1.1.1. Detectarea se poate face înainte de începerea forajului prin metoda seismică de reflecţie, întrucît viteza de propagare a undelor seismice este cu atît mai mare cu cît materialul are o densitate mai mare. Cum densitatea rocilor creşte cu adîncimea, din cauza compactizării va creşte şi viteza de propagare a undelor seismice. Rocile cu presiune anormal de mare (suprapresurizate) au o densitate mai mică decît rocile cu fluide cu presiune normală, aflate deasupra lor şi deci de la un anumit nivel în jos viteza de propagare a undelor nu va mai creşte ci va scădea.

Se poate astfel determina — aproximativ — adîncimea de la care să se treacă la folosirea noroiului greu şi unde să se tubeze coloana tehnică pentru a evita fisurarea formaţiunilor superficiale.

1.1.2. În timpul forajului se poate observa o tendinţă de gazeificare a noroiului şi apare necesitatea îngreunării lui dacă zona de trecere de la presiunile normale la cele anormale este suficient de lungă. În cazul în care densitatea noroiului necesară controlului fluidelor din formaţiune depăşeşte 1,5 kg/dm³ este recomandabil să se introducă o coloană tehnică, pentru a evita fisurarea formaţiunilor de mică adîncime slab compactizate.

Dacă însă zona de tranziţie este scurtă, după o eventuală scădere relativă a forabilităţii în capacul mai dur aflat deasupra formaţiunilor cu presiune anormală, se poate ca viteza de avansare (viteza mecanică) să crească brusc şi puţin după aceea sonda să înceapă să debiteze.

Creşterea vitezei de avansare este cu atît mai importantă cu cît noroiul este mai uşor, are viscozitate mai mică şi sapa este mai puţin uzată. Concomitent se pot observa unul sau mai multe dintre fenomenele de mai jos :

— scăderea presiunii de circulaţie ;

— apariţia de detritus în formă de aşchii ;

— creşterea momentului de torsiune din cauza unui aflux mărit de detritus în gaură ;

— îngreunarea manevrării garniturii din aceeaşi cauză.

O altă metodă de detectare a apariţiei stratelor cu presiune de fluid anormal de mare este măsurarea continuă a densităţii marnelor. Dacă densitatea marnelor începe să scadă, există probabilitatea ca să se fi deschis un strat cu presiune anormală.

Determinarea densității se poate face simplu cu balanța pentru noroi [5], după cum urmează :

1. Se pune într-un vas suficient detritus ca balanța să arate greutatea $G_1 = 1{,}0$.

2. Se umple vasul cu apă și se cîntărește din nou.

Balanța va arăta G_2.

3. Densitatea masică (masa volumică) ρ_m a marnelor este :

$$\rho_m = \frac{G_1}{2G_1 - G_2} = \frac{1}{2 - G_2}. \qquad (1)$$

În aceste cazuri se recomandă să se oprească forajul și să se circule cel puțin pînă cînd noroiul de la talpă a ajuns la suprafață.

Dacă s-a observat însă numai o scădere a presiunii de circulație și după ce s-a pompat un volum de puț nu s-a produs nici o manifestare, este probabil că prăjinile s-au perforat și garnitura trebuie extrasă pentru control.

1.1.3. Multe dintre diagrafiile executate în găuri de sonde, cum sînt cele de rezistivitate (conductivitate), neutroni, pulsații de neutroni, sonice și în mai mică măsură înregistrările de temperatură, sînt afectate de prezența presiunilor anormale în strate. Se poate astfel determina direct adîncimea de introducere a coloanei tehnice la sonda respectivă și, pe baza comparației diagrafiilor, adîncimea probabilă la care se vor întîlni formațiunile cu presiune anormală la alte sonde din aceeași regiune.

1.2. *Prezența în zonele de suprafață a unor ape arteziene cu debite mari*

Cum în genere în această situație la gura puțului nu se află o coloană etanșă, sonda nu poate fi omorîtă decît în timpul debitării. Pentru aceasta se introduc la puț prăjinile fără sapă sau chiar o coloană de diametru mai mare decît prăjinile și se pompează cu un debit mare cantitatea de noroi greu, necesar omorîrii sondei.

1.3. *Pierderile de noroi*

Pot determina o manifestare bruscă a sondei din cauza scăderii nivelului noroiului în gaura sondei. De aceea, în astfel de cazuri, este indicat a se căuta să se țină puțul plin, chiar pompînd apă, în lipsă de noroi.

Pierderile de noroi se explică prin două cauze distincte.

1.3.1. Se întîlnește un strat receptor, poros sau vacuolar. Aceasta nu are în genere loc atîta timp cît există o continuitate de stratificație. Dacă însă se străbate o discordanță și se intră în formațiuni de altă vîrstă și cu alt caracter, se pot întîlni astfel de strate receptoare, mai ales dacă formațiunile în care s-a intrat sînt calcaroase și au fost expuse la suprafață în unele perioade geologice.

1.3.2. Se produc pierderi de circulație prin fisurarea unor formațiuni din cauze ce țin de tehnologia forajului : noroi prea greu, prea vîscos, pornirea prea rapidă a circulației și, în special dacă noroiul are gelație mare, introducerea prea rapidă a sapei sau uneori numai manevrarea bruscă a garniturii. Efectul este cu atît mai marcant, cu cît garnitura de prăjini este mai lungă, deci la sondele adînci.

Măsurile de precauție ce trebuie luate sînt evidente :

— Să se utilizeze noroiul cu greutatea minimă suficientă pentru controlul fluidelor din formațiune. În genere se ia o acoperire prea mare. Se recomandă ca la densitatea de noroi necesară echilibrării presiunii fluidelor din formațiune să se adauge 0,04 kg/dm³ [6,7].

— Noroiul să aibă viscozitate cît mai mică și gelația foarte redusă. Se lucrează chiar cu noroaie cu gelație zero sau aproape zero.

— Să se introducă sapa cu viteză redusă în special în partea de jos a găurii.

— Să se pornească circulația încet.

În general fisurarea formațiunii din motivele arătate mai sus se produce în partea superioară a găurii netubate, adesea sub sabotul coloanei fiind greu să se determine poziția exactă.

O indicație a susceptibilității la fisurare a formațiunilor este dată de presiunea de fisurare necesară la sondele din regiunea respectivă.

În cazul manifestărilor datorate pierderii de noroi, se va încerca recîștigarea circulației prin pomparea de material de blocaj.

Cazurile de manifestări din pricina pierderii de noroi reprezintă aproximativ 22 % din total. Se poate însă ca în această cifră să fie cuprinse și cazuri de neumplere de gaură sau pistonare.

1.4. *Reducerea presiunii statice prin extragerea prăjinilor (pistonarea)*

Provoacă manifestări în cel puțin 16 % din cazuri. Prin mișcarea în sus a garniturii de prăjini presiunea statică scade în lungul garniturii și sub sapă. Efectul de scădere este cu atît mai accentuat cu cît garnitura este mai lungă, diferența dintre diametrul exterior al garniturii și diametrul găurii este mai mică, viteza de ridicare a garniturii mai mare și noroiul mai vîscos și cu gelație mai ridicată. Dacă sapa este încărcată și prăjinile grele mansonate cu detritus sau în garnitură se află unelte cu diametru mare (turbină, scule de instrumentație etc.), reducerea de presiune se accentuează și mai mult.

În cazul în care prăjinile sau sapa sînt înfundate, scăderea de presiune sub sapă este încă mai mare.

Reducerea presiunii datorate cauzelor arătate poate fi atît de importantă, încît presiunea

în dreptul unui strat potențial eruptiv să scadă sub presiunea de formațiune și stratul să înceapă să debiteze în gaura sondei. Cînd, după extragerea unui pas, mișcarea s-a oprit, efectele dinamice dispar și presiunea hidrostatică se restabilește la valoarea inițială. Gazele și țițeiul ce au intrat în gaura de sondă nu sînt împinse înapoi în stratul de unde au ieșit — cel puțin nu în totalitate — căci, între timp, din cauza diferenței de densitate, s-au deplasat în sus. Se formează astfel un dop de gaze care se deplasează în sus, mult mai repede decît țițeiul, a cărui viteză de ascensiune este numai de 6 m/min [3].

În final, în puț va exista o succesiune de astfel de dopuri ce se deplasează rapid spre suprafață.

La suprafață se observă că puțul nu mai primește cantitatea de noroi ce ar corespunde volumului prăjinilor extrase sau nu mai primește de loc. După un timp, cînd primul dop de gaze se apropie de suprafață, sonda începe să debiteze, iar dopurile următoare urmează în cadență din ce în ce mai rapidă. Cum o parte din noroi este asvîrlită afară, presiunea hidrostatică asupra formațiunilor scade corespunzător și, în final, formațiunile potențial-eruptive încep să debiteze continuu.

Este deci necesar :

— Să se urmărească nivelul la habă. Se utilizează aparate indicatoare de nivel. În lipsa lor se poate confecționa la sondă un aparat indicator dintr-o țeavă înfundată jos, continuată cu o țeavă mai subțire ce trece printr-un ghidaj care menține ansamblul în poziție verticală. Țeava de diametru mic se gradează și va arăta nivelul din habă. În cel mai rău caz se poate utiliza o piuliță legată de o sfoară ce are celălalt cap înfășurat pe o țeavă pusă de-a curmezișul pe marginile habei. Prin învîrtirea țevii se poate lăsa piulița astfel, încît să atingă suprafața noroiului. În acest mod orice variație a nivelului în habă poate fi ușor detectată.

Se poate construi și un dispozitiv simplu, care să avertizeze dacă sonda începe să debiteze (fig. 1) [4].

În conducta de ieșire a noroiului se introduce o paletă ce se poate roti în jurul unei șarniere superioare. Dimensiunea conductei de ieșire trebuie să fie astfel, încît la debitul normal ea să fie pe jumătate plină. Dacă debitul se mărește, paleta se va roti. Un apendice fixat în continuarea paletei, dar la un unghi convenabil, se va roti o dată cu paleta și va acționa un dispozitiv de alarmă electric sau cu aer.

Trebuie remarcat faptul că manifestările datorate pistonărilor se declanșează în genere atunci cînd garnitura de prăjini este extrasă în cea mai mare parte sau chiar cînd sapa este afară din puț. Cum personalul este, de multe ori în aceaste cazuri, ocupat și cu alte operații, se poate întîmpla să nu observe că puțul începe să debiteze și să-și dea seama de situație destul de tîrziu, cînd sonda a început să manifesteze accentuat sau chiar violent.

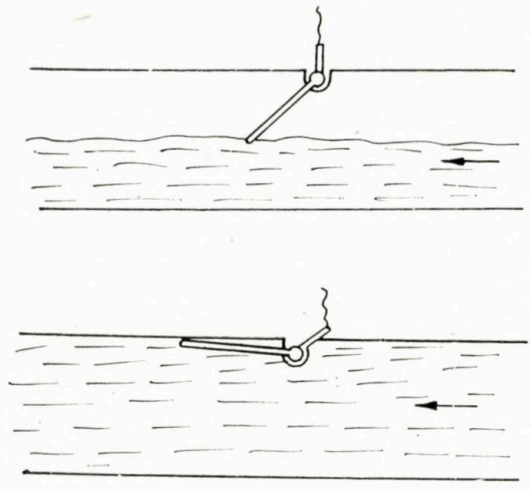


Fig. 1. Detector de creștere a debitului.

Uneori se produce confuzie și se intervine prea tîrziu.

Este indicat ca personalul să fie învățat să urmărească comportarea sondei atît în timpul extragerii/introducerii, cît și în timpul cînd prăjinile nu sînt în gaură.

Manifestarea unei sonde în timpul marșurilor prezintă pericolul potențial cel mai mare. Practica obișnuită este de a se umple puțul la

TABELA 1

Volumul interior și deplasarea prăjinilor, l/m

Dimensiunea țeava × racord, in	Greutatea pe picior, lb/ft	Grosimea, mm	Deplasarea prăjinii, l/m	Volumul interior, l/m	Deplasarea peretelui prăjinii, l/m
$2^3/_8 \times 2^3/_8$	4,85	4,83	3,04*	1,97	1,07*
	6,65	7,11	3,04*	1,66	1,38*
$2^7/_8 \times 2^7/_8$	6,85	5,51	4,49*	2,94	1,55*
	10,40	9,19	4,49*	2,34	2,15*
$3^1/_2 \times 3^1/_2$	9,50	6,45	6,63*	4,43	2,23*
	13,30	9,35	6,63*	3,84	2,79*
	15,50	11,40	6,63*	3,43	3,00*
4×4	11,85	6,65	8,82*	6,03	2,79*
	14,00	8,38	8,82*	5,62	3,20*
$4^1/_2 \times 4^1/_2$	13,75	6,88	11,00*	7,84	3,16*
	16,60	8,56	11,00*	7,34	3,66*
	20,00	10,92	11,00*	6,71	4,29
$5 \times 4^1/_2$	19,50	9,19	13,20*	9,00	4,20*
$5^1/_2 \times 5^1/_2$	21,90	9,17	16,09**	11,13	4,96**
	24,70	10,54	16,09**	10,68	5,41**
$6^5/_8 \times 6^5/_8$	25,20	8,38	23,09**	17,34	5,75**

* Cu racorduri IF (trecerea uniformă).
* Cu racorduri FH (trecere largă).

TABELA 2

Volumul interior şi presiunea critică interioară a burlanelor API cu filet rotund, Buttress şi Extreme-Line

Dimensiunea, in	Greutate nominală, lb/ft	Grosimea, mm	Volumul interior, l/in	Presiunea interioară critică				
				H–40	J–55	C–75	N–80	P–110
				kgf/cm²				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
$4^1/_2$	9,50	5,21	8,48	224	308	—	—	—
	10,50	5,69	8,33	—	337	—	—	—
	11,60	6,35	8,12	—	376	512	547	752
	13,50	7,37	7,79	—	—	595	634	872
	15,10	8,56	7,43	—	—	—	—	1 014
5	11,50	5,59	10,54	—	298	—	—	—
	13,00	6,43	10,24	—	342	—	—	—
	15,00	7,52	9,86	—	401	546	583	801
	18,00	9,19	9,28	—	—	668	713	980
$5^1/_2$	14,00	6,20	12,74	219	300	—	—	—
	15,50	6,98	12,43	—	338	—	—	—
	17,00	7,72	12,14	—	374	510	574	748
	20,00	9,17	11,58	—	—	605	646	888
	23,00	10,54	11,07	—	—	696	742	1 021
	26,00*	12,09	10,45	—	—	—	852	1 171
$6^5/_8$	20,00	7,32	18,55	214	294	—	—	—
	24,00	8,94	17,78	—	359	400	523	719
	28,00	10,59	17,01	—	—	581	619	852
	32,00	12,06	16,35	—	—	662	706	970
7	17,00	5,87	21,67	161	—	—	—	—
	20,00	6,91	21,13	191	263	—	—	—
	23,00	8,05	20,55	—	307	418	446	—
	26,00	9,19	19,98	—	350	477	509	699
	29,00	10,36	19,40	—	—	538	572	789
	32,00	11,51	18,84	—	—	599	637	876
	35,00	12,65	18,29	—	—	657	700	963
	38,00	13,72	17,79	—	—	772	759	1 044
$7^5/_8$	24,00	7,62	25,03	193	—	—	—	—
	26,40	8,33	24,63	—	291	397	423	—
	29,70	9,52	23,98	—	—	453	484	666
	33,70	10,92	23,22	—	—	520	555	763
	39,00	12,70	22,27	—	—	605	645	887
$8^5/_8$	24,00	6,71	33,24	—	207	—	—	—
	28,00	7,72	32,59	174	—	—	—	—
	32,00	8,94	31,82	201	276	—	—	—
	36,00	10,16	31,05	—	314	428	456	—
	40,00	11,43	30,27	—	—	482	513	706
	44,00	12,70	29,50	—	—	535	571	785
	49,00	14,15	28,62	—	—	596	636	874
$9^5/_8$	32,30	7,92	41,08	160	—	—	—	—
	36,00	8,94	40,36	180	247	—	—	—
	40,00	10,03	39,50	—	278	379	404	—
	43,50	11,05	38,87	—	—	417	445	612
	47,00	11,90	38,22	—	—	453	483	664
	53,50	13,84	36,96	—	—	522	557	766
$10^3/_4$	32,75	7,09	52,66	128	—	—	—	—
	40,50	8,89	51,21	160	220	—	—	—
	45,50	10,16	50,20	—	252	—	—	—
	51,00	11,43	49,20	—	283	386	412	567
	55,50	12,57	48,31	—	—	425	453	623
	60,70	13,84	47,33	—	—	—	—	686
	65,70	15,11	46,36	—	—	—	—	749
	71,10**	16,51	45,31	—	—	—	—	818
	76,00**	17,78	44,36	—	—	—	—	881
	81,00**	19,05	43,36	—	—	—	—	944
$11^3/_4$	42,00	8,46	62,28	139	—	—	—	—
	47,00	9,52	61,35	—	216	—	—	—
	54,00	11,05	60,02	—	250	—	—	—
	60,00	12,43	58,84	—	282	384	410	—
$13^3/_8$	48,00	8,38	81,96	122	—	—	—	—
	54,50	9,65	80,68	—	192	—	—	—
	61,00	10,92	79,41	—	217	—	—	—
	68,00	12,19	79,15	—	243	—	—	—
	72,00	13,06	77,30	—	—	354	378	—
	77,00**	13,97	76,41	—	—	—	405	—
	85,00**	15,44	74,98	—	—	—	447	—
16	65,00	9,52	117,90	115	—	—	—	—
	75,00	11,13	159,97	—	185	—	—	—
	84,00	12,57	114,23	—	209	—	—	—
$18^5/_8$	78,00	9,78	161,60	102	140	—	—	—
	87,50	11,05	159,80	115	158	—	—	—
	96,50	12,32	158,01	128	176	—	—	—
20	94,00	11,13	185,38	108	—	—	—	—

* Numai construcţia Extreme-Line.
** Numai filet Buttress. Pentru dimensiunea $13^3/_8$ nu este AP.

fiecare 5—12 paşi cu un volum de noroi egal cu deplasarea prăjinilor extrase. Aceasta menţine presiunea pe talpă aproape constantă.

Dacă puţul nu primeşte cantitatea de noroi care să corespundă cu volumul prăjinilor extrase, este o indicaţie că din formaţiune iese fluid care înlocuieşte noroiul din gaură.

În consecinţă cunoaşterea precisă a volumului dislocat de prăjini şi măsurarea cît mai exactă a volumului pompat la puţ constituie metoda cea mai sigură de detectare a intrării de fluide străine în gaură. Pentru a se calcula rapid volumul deplasat de prăjini se dă tabela 1 şi pentru calculul capacităţii burlanelor, precum şi al rezistenţei lor la presiune interioară se dă tabela 2.

Determinarea volumului de noroi din habe prin măsurarea înălţimii nivelului noroiului este bună pentru o estimare aproximativă, dar din cauza cantităţii mari de noroi aflată în habe nu este destul de precisă pentru măsurarea deplasării fiecărei serii de paşi.

Întrucît pompa de noroi este un contor volumogen rezonabil de precis la debite şi presiuni mici, cursele la pompă se pot utiliza pentru măsurarea mai exactă a cantităţii de fluid pompat la puţ.

În tabela 3 se indică volumul pompat la o cursă dublă pentru pompele utilizate la foraj în Republica Socialistă România.

O altă metodă utilizează un rezervor auxiliar mic, pentru a măsura volumul necesar şi a umple spaţiul inelar. Ambele metode sînt satisfăcătoare pentru a controla dacă se produc pistonări în spaţiul inelar.

Există şi dispozitive pentru măsurarea cantităţii de fluid pe care o primeşte puţul atît în

TABELA 3

Volumul pompat la o cursă dublă a pompei *, l

Diametrul cămăşii, in	Tipul şi cursa pompei				
	Duplex 12 in = 305 mm	Triplex 12 in = 305 mm	Triplex 15 in = 381 mm	Duplex 153/4 in = 400 mm	Duplex 18 in = 457,2 mm
8				47,9	54,6
$7^3/_4$				45,0	51,9
$7^1/_2$			66,5	41,9	47,5
$7^1/_4$	31,3	47,0	62,0	38,7	44,1
7	29,6	44,4	57,4	35,9	40,8
$6^3/_4$	26,2	39,2	53,4	33,1	37,6
$6^1/_2$	24,4	36,7	49,0	30,6	34,6
$6^1/_4$	22,2	33,4	45,3	27,9	31,7
6	20,0	30,0	41,3	25,4	28,8
$5^3/_4$	18,6	28,0	38,8	23,1	—
$5^1/_2$	17,2	25,8	34,1	21,0	—
$5^1/_4$	14,6	22,0	31,4	18,4	—
5	13,6	20,4	27,4	—	—
$4^1/_2$	11,2	16,8	—	—	—

* Valoarea volumului deplasat este calculată la un randament volumetric = 1

În mod obişnuit la pompe randamentul volumetric variază între 0,85 şi 0,9.

** Există o diferenţă de aproximativ 1 % a volumului cursei între pompele de putere mică şi cele de putere mare, fiind mai mare la pompele de putere mică. S-a luat valoarea medie, aşa încît diferenţa maximă poate fi de $2{,}5^0/_{00}$. Repartiţia pompelor de curse este:

– cursa 12 în pompele duplex 2 PN – 300, triplex 3PN – 465;
– cursa 15 în pompă triplex Ideco T-880;
– cursa $15^3/_4$ pompele duplex 2PN–630, 2PN–800, 2PN–1000, 2PN–1250;

* cursa 18 în pompă duplex Ideco – 1250 .

timpul marşurilor cît şi a forajului. Practica utilizată în unele regiuni, de a lăsa o pompă să meargă continuu la puţ în timpul extragerii garniturii de prăjini, nu este recomandabilă, deoarece o eventuală creştere a nivelului la habe nu poate fi observată decît destul de tîrziu, din cauza volumului mare de noroi din circuit.

O dificultate foarte mare pentru detectarea manifestărilor se prezintă la forajul cu găuri mici, din cauza volumului de noroi mic din gaură. În plus, amplitudinea manifestării este accentuată de spaţiul inelar mic şi un aflux slab de fluid din formaţiune poate produce mari presiuni la suprafaţă. Un aflux de 150 l de fluid din formaţiune într-o gaură de $9^5/_8$ in = = 245 mm produce puţine dificultăţi, în timp ce într-o gaură de 6 in = 152,4 mm poate produce presiuni mari la suprafaţă şi să accentueze tendinţele de prindere la puţ.

1.5. *Gazeificarea noroiului*

Poate duce foarte rar la o manifestare.

O reducere a densităţii noroiului din cauza gazeificării are un efect destul de redus asupra presiunii pe talpă. Această reducere se poate estima printr-o simplificare a ecuaţiei. Stong – White [4], admiţînd că noroiul este uniform gazeificat de la talpă pînă la suprafaţă :

$$P = 2{,}3\, n . \log P_1 \qquad (2)$$

în care :

P este reducerea de presiune, kgf/cm²;
P_1 — presiunea pe talpă, kgf/cm²;
n — raportul dintre gaze şi ţiţei la suprafaţă ;

şi :

$$n = \frac{1 - \frac{G_g}{G_0}}{\frac{G_g}{G_0}} = \frac{G_0 - G_g}{G_g}, \qquad (3)$$

în care :

G_0 este greutatea specifică originală a noroiului ;
G_g — greutatea specifică a noroiului gazeificat.

Pentru exemplificare se consideră un exemplu :

– adîncimea sondei : 4 000 m ;
– greutatea specifică a noroiului : 1,70 gazeificat la 0,85.

$$P_1 = \frac{4\,000 \times 1{,}70}{10} = 680 \text{ kgf/cm}^2.$$

$$\log 680 = 2{,}83.$$

$$n = \frac{1{,}70 - 0{,}85}{0{,}85} = 1$$

$$P = 2{,}3 \times 1 \times 2{,}83 = 6{,}51 \text{ kgf/cm}^2.$$

Aceasta ar corespunde unei reduceri cu 0,018 kg/dm³ a densităţii noroiului.

Situaţia se schimbă radical dacă la talpă sau undeva pe gaură s-a format un dop de noroi puternic gazeificat.

Astfel de situaţii pot apărea :

– După o extragere şi introducere a sapei cînd această operaţie a durat mai mult timp. O îngreunare a noroiului, în genere nu rezolvă acest tip de gazeificare.

– La frezarea dopurilor de la o coloană care a fost cimentată deasupra unui strat potenţial eruptiv ce fusese săpat parţial înainte de introducerea coloanei.

– În cazul în care s-a tubat o coloană perforată în dreptul formaţiunii productive şi cimentată deasupra acestei formaţiuni. Noroiul din porţiunea de coloană perforată este, în genere, gazeificat.

În aceste cazuri se impune ca sonda să fie urmărită cu foarte mare atenţie, pînă ce fluidul de foraj aflat în porţiunile arătate mai sus a fost adus la suprafaţă de circuitul de noroi.

De foarte mare ajutor la degazeificarea şi recuperarea noroiului sînt degazeificatoarele, în special cele cu vacuum.

1.6. *Neumplerea puţului*

Constituie aproxmativ 42 % din toate cazurile de erupţii, cu toate că acest motiv nu

ar trebui să existe, dacă organizaţia de foraj respectivă ar acorda suficientă importanţă prevenirii erupţiilor. Cum nivelul noroiului scade treptat şi puţul se goleşte parţial, nu se poate observa momentul în care sonda începe să debiteze şi nivelul să crească în puţ. De aceea, în momentul în care se observă la suprafaţă că sonda debitează, manifestarea este destul de evoluată, deoarece a fost necesar un timp ca să se umple spaţiul fără lichid format prin extragerea prăjinilor; în acest interval de timp erupţia s-a dezvoltat. Cînd nivelul de fluid ajunge la suprafaţă, dacă nivelul în coloană fusese suficient de scăzut, se poate întîmpla ca manifestarea să fie suficient de violentă, pentru a asvîrli noroiul mai sus de masă, surprinzînd personalul.

S-a observat de asemenea — după cum este natural — că cu cît formaţiunea posibil eruptivă este mai permeabilă, cu atît evoluţia manifestării este mai rapidă [6].

Pentru prevenirea erupţiilor şi pentru umplerea corectă a găurii este necesar ca personalul operativ să cunoască cantitatea de fluid ce trebuie să primească puţul pentru a fi menţinut plin.

Pentru a uşura calculul volumului ce trebuie pompat, în tabela 2 se dau capacităţile interne pe metru liniar ale coloanelor API.

2. Manifestaţii

2.1. Manifestaţii la sonde pot avea loc, chiar dacă se iau unele măsuri pentru evitarea lor. Este foarte important să se recunoască din vreme aceste fenomene şi să se ia la timp măsurile corespunzătoare.

Pentru exemplificare, acestea au fost rezumate în tabela 4.

2.2. Dacă sonda a început să manifesteze mai puternic şi este necesar să se închidă prevenitorul de erupţie, se opreşte pompa, se închide prevenitorul cu conducta la duză deschisă, se închide încet conducta la duză şi se observă presiunea la coloană şi la prăjini. Se va avea grijă ca la presiunea la coloană să nu depăşească 80 % din presiunea de spargere a coloanei (dacă nu s-a lucrat prea mult în coloană, altfel, mai puţin) sau 18 kgf/cm² pe 100 m de coloană (pentru a nu fisura terenul), luîndu-se cifra cea mai mică.

Admiterea presiunii de 18 kgf/cm² este valabilă în ipoteza unei coloane de suprafaţă din care noroiul a fost eliminat şi se află numai gaze. Dacă prin măsurarea volumului de noroi ieşit în habe se găseşte că ar mai fi noroi în coloană, presiunea datorată acestei coloane de noroi trebuie scăzută din a doua cifră.

Dacă se cunoaşte că sub sabotul coloanei, există strate foarte permeabile, iar presiunea în coloană a crescut pînă la un punct, apoi a scăzut şi se menţine constantă, există probabilitatea ca fluidele ce ies din stratul eruptiv să intre în stratele superioare permeabile. Ele pot să iasă prin eventuale sonde în foraj, declanşînd erupţii la aceste sonde, sau să iasă pe falii (eventual aflorimente), la oarecare distanţă de sondă, determinînd formarea de cratere.

Întrucît fluidele din aceste strate permeabile să afle în mod normal la presiune hidrostatică, stabilirea presiunii la un nivel corespunzător cu ceva peste presiunea hidrostatică la adîncimea acestor strate ar fi o indicaţie de injectare de gaze. Aceste strate permeabile pot fi identificate pe baza carotajului electric.

În unele cazuri poate să apară un alt fenomen — inversiunea de presiune — care ar putea cauza fisurarea formaţiunii la/sau în apropierea tălpii. Aceasta are loc atunci cînd în gaura sondei a intrat un dop de gaze la presiunea de fund, sonda a fost închisă şi dopul s-a deplasat, prin noroi, pînă la suprafaţă cu aproximativ presiunea de fund. Presiunea dopului de gaze adăugîndu-se la presiunea pe talpă datorată coloanei de noroi, se poate ajunge la o presiune pe talpă ceva mai mică decît dublul presiunii de strat. Dacă se ajunge la această situaţie, este sigur că formaţiunea se va fisura. Se impune deci să nu se lase ca presiunea să se dezvolte la valori periculoase, care să producă fisurări.

Presiunea ce se citeşte la prăjini după închiderea sondei permite calcularea presiunii stratului eruptiv. Aceasta va fi egală cu presiunea datorată coloanei de noroi din prăjini, considerat la densitatea lui originală, deoarece acesta nu a fost afectat de fluidele din formaţiune, (P_n) plus presiunea citită la prăjini (P_p).

Din cunoscuta formulă :

$$P = \frac{\gamma H}{10}, \qquad (4)$$

în care :

H este adîncimea, m ;

γ — densitatea fluidului, kg/dm³,

se poate deduce :

$$\gamma = 10\,\frac{P_n + P_p}{H}, \qquad (5)$$

La această densitate trebuie luată şi o marjă de siguranţă care se recomandă a fi de 0,04 kg/dm³ ; deci densitatea efectivă γ_e ar fi :

$$\gamma_e = 10\,\frac{P_n + P_p}{H} + 0{,}04. \qquad (6)$$

2.3. *Controlul manifestaţiilor*

După închiderea sondei, se prepară noroiul la greutatea dorită cît mai repede posibil. Dacă

TABELA 4

Situații, semnalări și măsuri de luat cînd are loc o manifestare [1]

Situația	Semnalări	Cauze	Măsuri de luat
În timpul săpatului	Creșterea volumului la habe	Noroiul de foraj prea ușor	Se închide prevenitorul (dacă este necesar) și se mărește densitatea noroiului.
	Apariția de gaze, țiței sau apă sărată în noroi	Pistonare sau apariții din formațiune	Se scad viscozitatea și rezistența de gel a noroiului, dacă sînt prea mari. Se mărește densitatea noroiului numai dacă apariția a avut o intensitate suficientă pentru a justifica aceasta.
	Pierdere de noroi	— Noroiul de foraj prea greu și/sau metodă de foraj nepotrivită — Intrarea în o formațiune receptoare de joasă presiune	Se încearcă să se mențină puțul plin, pompînd chiar apă dacă este necesar. Se urmărește spațiul inelar și dacă sonda manifestează se închide prevenitorul. Se adaugă material pentru oprirea pierderilor de circulație în noroi, pentru a se reciștiga circulația. Se mărește densitatea noroiului numai dacă este necesar. Dacă este posibil, se trage sapa mai sus.
	Se mărește viteza pompei sau scade presiunea de circulație	Noroiul în spațiul inelar prea ușor sau gaura în prăjini	Se observă nivelul la habă ; dacă se produce o creștere se închide prevenitorul și se îngreunează noroiul. Dacă nu se produce o creștere a nivelului noroiului din habă, se vor controla prăjinile pentru a găsi gaura
	Se mărește viteza de avansare	S-a intrat într-o formațiune poroasă, eventual cu presiune anormală	Se observă nivelul la habă ; dacă se produce o creștere, se închide prevenitorul și se mărește densitatea noroiului. Se circulă pînă ce noroiul de la talpă iese la suprafață și dacă apar gaze, țiței sau apă sărată, cu intensitate suficientă se mărește densitatea noroiului.
În timpul marșurilor (introducere-extragere)	Puțul nu primește noroi cînd se umple	Pistonare	Se încearcă introducerea prăjinilor cît se poate mai aproape de talpă, în funcție de situația sondei. Se circulă și se tratează noroiul. Se închide prevenitorul de erupție și se pune sonda pe duză dacă este necesar ; se mărește greutatea noroiului numai dacă este nevoie.
	Sonda începe să curgă prin spațiul inelar	Pistonare și/sau neumplerea puțului	Se încearcă să se introducă prăjinile cît mai aproape de talpă, pe cît permit siguranța sondei și timpul. Se închide prevenitorul. Se circulă și se tratează noroiul ; se îngreunează numai dacă este necesar.
	Pierdere de noroi — nu se poate umple puțul	S-au introdus prăjinile prea repede, s-a manevrat garnitura prea brusc	Se încearcă să se mențină spațiul inelar plin, utilizînd chiar apă, dacă este necesar. Se observă spațiul inelar și dacă sonda manifestează se închide prevenitorul de erupție. Se adaugă material pentru combaterea pierderilor de circulație în noroi și se încearcă obținerea circulației. Se îngreunează noroiul numai dacă este necesar.
Cînd prăjinile sînt extrase	Sonda începe să debiteze, crește nivelul la batal	Pistonare și/sau neumplere de puț	Se încearcă să se introducă prăjinile cît mai aproape de talpă, pe cît permite siguranța sondei și timpul. Se circulă și se condiționează noroiul. Se închide prevenitorul și se pune sonda pe duză dacă este necesar. Se mărește greutatea noroiului numai dacă este necesar.
Cînd se introduce coloana	Pierdere de noroi	S-a introdus coloana prea repede	Măsurile de luat sînt în funcție de condițiile existente în momentul producerii pierderii. În general, spațiul inelar ar trebui să se mențină plin, chiar dacă se pompează apă, pentru a observa dacă sonda manifestă
	Sonda începe să curgă prin spațiul inelar	Pistonare la extragerea anterioară a prăjinilor	Dacă este posibil și siguranța sondei o permite, se continuă să se introducă coloana pînă la talpă. Se închide prevenitorul și se pune sonda pe duză. Se circulă și se tratează noroiul, mărind densitatea numai dacă este necesar.

fluidul care a intrat în gaură este gaz, dopul de gaz se ridică repede spre suprafață, din cauza densității mici. Este deci important ca sonda să fie omorîtă repede. Cu cît viscozitatea și gelul noroiului sînt mai mici, cu atît bula de gaz se ridică mai repede prin coloana de noroi.

În regiunile în care au loc pierderi de circulație ar putea fi necesar să se adauge la noroi mică și/ sau material fibros, în proporție de aproximativ 10 kg/m³ pentru fiecare mărire de densitate de 0,1 kg/dm³. Acest material trebuie adăugat încet, pentru a nu forma aglomerări care să înfunde duzele sapei.

Înainte de a începe pomparea se deschide conducta de la duză și se pornește pompa încet, accelerînd pînă se ajunge la jumătatea turației normale sau mai puțin (se sugerează 25 curse/min), pînă ce se obține la coloană o presiune cu 5—10 kgf/cm² mai mare decît presiunea cu sonda închisă. Se reglează presiunea din coloană cu ajutorul duzei. Din această cauză este de preferat să existe o duză reglabilă.

Dacă manifestarea este puternică, s-ar putea ca noroiul să nu se îngreuneze suficient de repede. În acest caz — dacă este mecanic posibil — se va reduce viteza de pompare și mai mult.

O dată ce s-a stabilit o viteză de pompare, ea se menține constantă pînă ce noroiul nou ajunge la suprafață.

— Se calculează numărul de curse la pompă necesare ca noul noroi să ajungă la sapă. Cînd noul noroi ajunge la sapă, formațiunea nu mai poate debita, dacă densitatea necesară a fost corect evaluată.

Se observă presiunea la prăjini și se mențin constante presiunea la prăjini și debitul pompei, prin manipularea duzei de la manifold, pînă ce noul noroi ajunge la suprafață.

Pentru a determina dacă noua greutate de noroi este suficientă și pentru a exista siguranța că noul noroi a ajuns la sapă, se oprește pompatul, se închide sonda și se citesc presiunile la prăjini și coloane.

Dacă presiunea la prăjini este zero, se deschide sonda și se reîncepe pompajul cu 25 curse/min, menținînd presiunea la prăjini și la coloană la aceeași valoare ca înainte de a opri pomparea. Dacă tot mai este presiune la prăjini, se mai pompează încă 1—2 m³ și se oprește din nou.

— Se înlocuiește tot noroiul din puț și, cînd presiunea la coloană a ajuns zero, se deschide prevenitorul.

Este posibil ca în noroi să mai rămînă gaze, deoarece o parte dintre gazele din puț au aderat la pereții puțului, așa încît gazele nu pot fi complet eliminate decît după mai multe circuite de noroi.

— Pentru a fi siguri că sonda nu va manifesta în cursul extragerii, este indicat să se facă un marș scurt și să se circule pînă ce noroiul de la talpă a ajuns la suprafață [7].

Metoda prezentată își găsește cea mai corectă aplicare atunci cînd sapa este la talpă. Totuși estimarea densității noroiului pe baza presiunii la prăjini și a coloanei de noroi rămîne în linii mari valabilă, în afară de cazul cînd puțul s-a golit pînă sub prăjini. În acest ultim caz se poate face o estimare pornind de la presiunea din coloană și de la cantitatea de noroi ce a fost aruncată afară (dacă se poate măsura).

Tot în acest caz se recomandă ca prima tranșe de noroi să fie de o densitate apreciabilă mai mare decît cea care ar corespunde presiunii de fund estimate. Nu este indicat să se utilizeze tranșe prea lungi de noroi supra-îngreunat sau tot volumul de puț, mai ales atunci cînd se lucrează cu noroaie foarte grele, din cauza pericolului de fisurare a formațiunii.

În unele cazuri se poate întîmpla ca după o manifestare puțul să manifesteze și să piardă noroi în același timp. Cu sonda în aceste condiții este extrem de periculos să se continue operațiile. Evident, dacă s-ar putea forma o izolare între zonele active și cele cu pierderi, s-ar putea recîștiga circulația cu o siguranță relativă.

O metodă efectivă de a controla zona eruptivă este aceea de a plasa un dop de barită între cele două zone. Pentru aceasta se prepară cu ajutorul unui agregat de cimentare o suspensie de barită în apă cu greutatea specifică de 2,2—2,8 kg/dm³; se adaugă 0,5—2,0 kg/m³ hexametafosfat sau alt fosfat complex și se ajustează la un *p*H de 8,0—10,0 cu sodă caustică. Se amestecă o suspensie suficientă pentru a umple 75 la 140 m de gaură și se pompează repede prin prăjini. Garnitura se retrage imediat deasupra dopului format, căci barita se depune foarte repede și poate prinde prăjinile. Barita se depune și formează un dop impermeabil chiar în prezența gazelor în mișcare [8].

3. Măsuri generale de prevenire a erupțiilor

Studiul efectuat asupra a 55 de sonde care au erupt, a arătat că nu au putut fi controlate sondele din următoarele cauze :

Program de tubaj și cimentare impropriu	11
Echipament de prevenire insuficient	29
Prevenitoare de construcție defectuoasă	5
Instalații neadecvate	11
Fitingărie la instalația de suprafață improprie	6

Situația de mai sus arată că la alcătuirea programului unei sonde nu este suficient să se ia în considerație numai măsurile necesare ca să se sape sonda în cel mai scurt timp și cu cel

mai redus cost, ci și cele ce pot reduce la minim riscurile de foraj. Pentru aceasta este necesar să se utilizeze toate elementele cunoscute de la sondele săpate anterior sau determinate prin metode geofizice, precum și ipotezele geologice referitoare la regiunea respectivă.

Pe parcursul forajului sondei măsurile trebuie revizuite, în funcție de situația de fapt întîlnită.

Principalele capitole ce intră în considerație sînt cele de mai jos.

3.1. *Programul de tubaj și de cimentare*

Din punctul de vedere al siguranței forajului ar trebui, teoretic, ca, în cazul formațiunilor cu presiune normală, adîncimea pînă la care se sapă sub șiul unei coloane să fie cel mult de 2,5 ori adîncimea șiului coloanei; în cazul presiunilor anormale această adîncime s-ar reduce proporțional cu presiunea.

Aplicarea acestui mod de a judeca ar duce însă la un număr inadmisibil de mare de coloane, în special în partea superioară a găurii, și deci nu se poate aplica.

În consecință, va fi totdeauna prezent un coeficient de risc. Există totuși cîteva elemente care permit reducerea acestui coeficient.

Coloana de suprafață ar trebui introdusă cît mai jos practic posibil — în orice caz mai jos de 150 m —, fixată într-o formațiune relativ impermeabilă, omogenă și bine cimentată.

Adîncimea de introducere a coloanei tehnice trebuie fixată în funcție de formațiunile dificile — formațiuni absorbante, sare etc. — și, mai cu seamă, în regiunile cu presiuni anormale, deasupra intrării în formațiunea anormal presurizată. Nu se admite existența a două sisteme de presiuni simultan în aceeași gaură. Nerespectarea acestei condiții a dus la pierderea a numeroase sonde, în special adînci.

Dacă nu se cunoaște din alte sonde învecinate sau nu se poate determina pe baza lucrărilor seismice de reflecție adîncimea la care se pot întîlni presiunile anormale, este recomandabil ca, atunci cînd în timpul forajului densitatea noroiului, necesară pentru controlul fluidelor din formațiune, se ridică la 1,5 kg/dm^3 și cînd probabil s-a intrat în zona de tranziție, să se introducă coloana tehnică.

Dacă se cunoaște sau există probabilitatea ca sub stratele de presiune anormală sau chiar normală să se întîlnească accidente geologice sau formațiuni ce ar putea produce pierderi de noroi, stratele aflate deasupra lor trebuie să fie închise cu o coloană.

3.2. *Controlul fluidelor din formațiuni și al stabilității găurii*

Acest control se face prin fluidul de foraj.

De aceea programul de noroi cu alegerea tipului de fluid și a caracteristicilor sale trebuie făcut înainte de începerea forajului și urmărit pe parcursul săpatului, pentru a fi adaptat la condițiile, eventual schimbate, ce se întîlnesc.

În cazul în care se cunoaște sau sînt motive să se creadă că se vor întîlni formațiuni cu presiune anormală, se recomandă ca îngreunarea noroiului să se înceapă de la oarecare distanță mai sus, ținînd sub observație gaura, pentru a vedea dacă nu se produc pierderi de noroi.

Există tendința de a se pune accentul mai mult pe densitate și filtrare, sacrificîndu-se viscozitatea și rezistența de gel. Totuși, o viscozitate și un gel ridicat măresc probabilitatea pistonării puțului și inițierii de manifestații.

Viscozitatea și gelul fiind, în genere, o funcție de conținutul în solide al noroiului, este necesar ca la fiecare sondă să funcționeze hidrocicloane sau centrifuge.

Trebuie să se țină seama și de faptul că, cu cît un noroi este mai greu, cu atît trebuie să conțină mai puține argile. Cele mai bune rezultate se obțin cu noroaiele cu argile puține sau cu noile tipuri cu argile nedispersate, așanumitele noroaie fără argile.

3.3. *Ansamblul de prevenire de la gura puțului*

Acesta trebuie să poată rezista presiunilor de formațiune ce se vor întîlni, să fie în perfectă stare de funcțiune, iar comanda lui să fie — în special atunci cînd se prevăd presiuni mari — cu acționare hidraulică. Închiderea manuală a prevenitoarelor durează, în cele mai bune cazuri, 2,5—3 min, pe cînd cea hidraulică se efectuează în aproximativ 30 s.

Este de preferat ca prevenitorul cu închidere totală să nu mai fie așezat sub prevenitorul cu închidere, pe prăjini, ci deasupra lui. Aceasta permite ca, după închiderea prevenitorului inferior pe prăjini, să se monteze bacuri pentru prăjini și la prevenitorul cu bacuri superior. Se închide apoi prevenitorul cu bacuri superior și se deschide cel inferior. Lucrîndu-se în acest mod, rămîne posibilitatea de a schimba bacurile prevenitorului superior, în caz de uzură.

Manifoldul de erupție trebuie să fie ușor accesibil, să aibă ventilele dublate și de preferat o duză reglabilă, pentru a putea varia ușor orificiul duzei. La sondele importante este preferabil să existe o duză reglabilă și o port-duză pentru duze fixe, ce se poate monta în continuarea corpului duzei reglabile, precum și un număr suficient de duze fixe, cu diferite dimensiuni de orificii.

Instalația de prevenire trebuie manevrată des, controlată și probată la intervale scurte. Se controlează fiecare șurub și legătura din asamblajul de prevenitoare, înainte de a se face proba de presiune. Din cauza vibrațiilor din timpul forajului, șuruburile au tendința de a se slăbi. Pentru ca la proba de presiune a prevenitoarelor să se poată proba întreg ansamblul

fără a supune coloana la efort şi formaţiunile deschise la pericole, se utilizează un dop ce se poate introduce sub prevenitoare cu ajutorul prăjinilor (fig. 2).

Pentru a evita erupţia prin prăjini, cunoscînd cît este de greu să se monteze tija de antrenare în astfel de cazuri, se pot utiliza două sisteme :

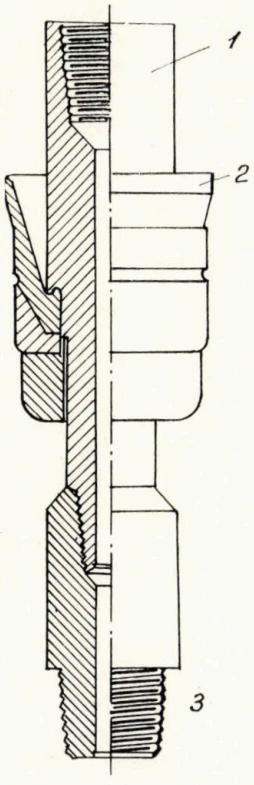


Fig. 2. Packer pentru probat prevenitoarele de erupţie :

1 – muflă specială 4 1/2 in ; *2* – cupă din cauciuc ; *3* – cap special 4 1/2 in.

— Un prevenitor pentru interiorul prăjinilor (fig. 3). Este de fapt o supapă de reţinere menţinută deschisă şi care se montează astfel la prăjini. După asamblarea ei la garnitură, prin deşurubarea unei tije supapa se închide, oprinduse erupţia prin prăjini. Prezintă însă dezavantajul că după ce s-a închis nu mai permite citirea presiunii la prăjini.

— O cana introdusă într-un corp cilindric rezistent, ce se poate monta deschisă la prăjini şi închide ulterior. Deasupra se înşurubează tija de antrenare. Permite citirea presiunii din prăjini, dar are diametrul exterior relativ mare [fig. 4].

3.4. Ultimul, dar cel mai important capitol este cel ce se referă la elementul uman, cele mai multe erupţii putînd fi atribuite în final unei greşeli de concepţie sau de execuţie.

Organizaţiile de foraj sînt responsabile de alcătuirea unui plan de foraj sigur, trebuind să echipeze corespunzător sonda şi să-şi instruiască personalul.

Brigăzile trebuie instruite pentru a înţelege cauzele manifestaţiilor, să recunoască simptomele şi să cunoască modul în care să acţioneze grabnic pentru a preveni o erupţie. Fiecare membru al echipei trebuie instruit în legătură cu executarea operaţiilor care se efectuează mai aproape de locul său obişnuit de muncă, precum şi despre obligaţiile celorlalţi membri din echipă.

Trebuie făcute exerciţii periodice, precum şi exerciţii neplanificate. Echipa trebuie să poată închide sonda în maxim 90 s.

Personalul trebuie antrenat pentru a fi mereu atent, punîndu-se accentul pe perioadele cînd se ştie că nu se urmăreşte continuu puţul, cum este intervalul de timp în care sapa este extrasă şi se efectuează diferite lucrări la sondă.

Trebuie să se imprime o atitudine de conştiinciozitate faţă de siguranţa sondei şi convingerea că dacă se respectă măsurile de prevenire şi manifestarea este detectată în timp util, pericolul unei erupţii este redus considerabil.

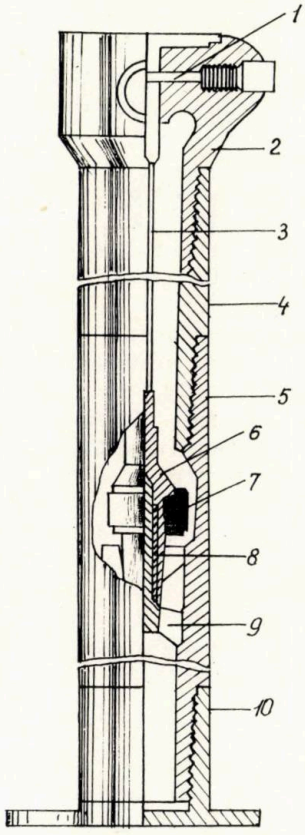


Fig. 3. Prevenitor de erupţie pentru interiorul prăjinilor :

1 – tije de declanşare ; *2* – corpul dispozitivului de declanşare ; *3* – tije de reţinere ; *4* – corpul de etanşare ; *5* – corpul principal ; *6* – supapă ; *7* – garnitura de cauciuc a supapei ; *8* – arc ; *9* – ghidaj ; *10* – suport pentru ţinut prevenitorul pe podul sondei.

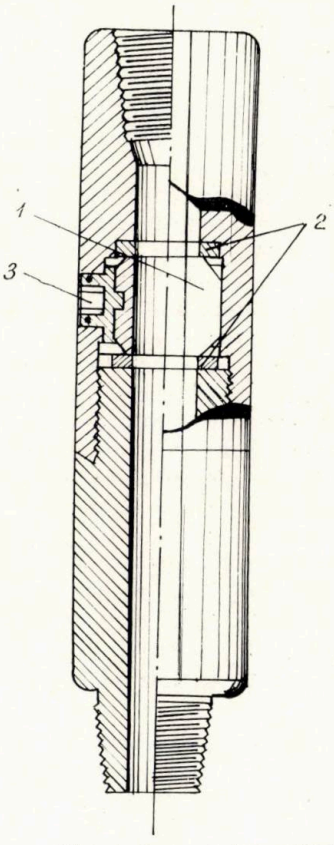


Fig. 4. Cana pentru prăjini de foraj :

1 – cana ; *2* – scaune ; *3* – gaura hexagonală pentru cheie.

BIBLIOGRAFIE

1. Bell, F. S. În : Oil Gas J. 1957.
2. Constantinescu, M. În : Petrol şi gaze XXII, nr. 7, iul. 1971, p. 391.
3. Mead, H. N. În : Petrol. Eng. sept. 1957.
4. Rehm, B. În : Oil Gas J. **68**, nr. 3, 19 ian. 1970, p.75.
5. Rehm, W. În : Oil Gas Intern. **9**, nr. 3, mart. 1969, p. 32.
6. Goins, W. C. Jr. În : World Oil, oct. 1968, p. 88.
7. White, A. V. În : World Oil 170, mai, 1970.
8. Messenger, J. V. În : Oil Gas Intern. 9, nr. 10, oct. 1969, p. 87.

Dizlocuirea amestecului gaze-ţiţei de către apă într-un sistem neuniform

C. Gh. Popa

Într-un articol precedent [1] a fost prezentat un model matematic pentru cazul dezlocuirii unui amestec de gaze şi ţiţei de către apă, într-un zăcămînt liniar uniform.

Prezenta lucrare abordează problema dezlocuirii amestecului gaze-ţiţei de către apă într-un sistem neuniform. Considerîndu-se un sistem stratificat continuu, se foloseşte acelaşi model matematic din [1], de descriere a procesului pe fiecare strat, însumarea performanţelor redînd comportarea sistemului în ansamblu.

A fost executat un program pentru un calculator IBM 360/40, cu care au fost efectuate mai multe variante de lucru pentru diferite grade de neuniformitate şi pentru diferite viscozităţi ale ţiţeiului. Rezultatele au scos în evidenţă faptul că în cazul zăcămintelor neuniforme cantitatea de ţiţei extrasă în timpul procesului de resaturare cu ţiţei nu este neglijabilă, cum era cazul zăcămintelor uniforme [1, 2, 3], ea atingînd valori destul de importante pentru o prevedere mai exactă.

PREZENTAREA MODELULUI

Se consideră un zăcămînt liniar, de lungime L, lăţime B şi grosime H. Zăcămîntul este format din N strate individuale de grosime h_j, separate continuu, astfel că $\sum_{j=1}^{N} h_j = H$.

Fiecărui strat îi este caracteristică o permeabilitate absolută K_j, dar variaţia permeabilităţilor relative cu saturaţia se consideră aceeaşi în toate stratele; ca atare pe fiecare strat există aceeaşi saturaţie în apă interstiţială S_{aint}, aceeaşi saturaţie ireductibilă în ţiţei S_{tir} şi aceeaşi saturaţie ireductibilă în gaze, S_{gir}. S-a mai considerat că iniţial toate stratele sînt saturate cu aceeaşi saturaţie în ţiţei, S_{to}, gaze S_{go} şi apă S_{aint}, precum şi că toate stratele au aceeaşi porozitate m.

Toate stratele comunică în galeria de injecţie şi în galeria de extracţie, avînd aceeaşi presiune medie de zăcămînt; procesul de dezlocuire are loc la ΔP = constant.

Particularizîndu-se modelul matematic redat în [4], pentru cazul concret al dezlocuirii amestecului gaze-ţiţei de către apă, lucrarea [5] scoate în evidenţă faptul că, în acest caz, într-un strat uniform se formează două zone de curgere bifazică, separate de o zonă de curgere monofazică (fig. 1). În prima zonă de curgere bifazică există un amestec de apă şi ţiţei cu saturaţie variabilă în fiecare din faze; în zona a doua de curgere bifazică există un amestec de gaze şi de ţiţei de saturaţii constante şi egale cu cele iniţiale, curgerea fiind staţionară. Se formează, deci, totodată două fronturi de dezlocuire, unul ţiţei-gaze, în faţa căruia are loc o dezlocuire practic de tip piston a gazelor

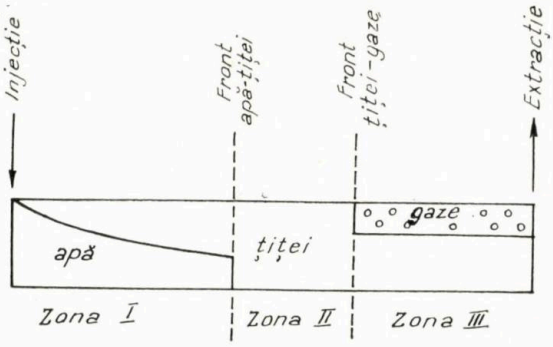


Fig. 1.

de către ţiţei şi care separă zona de curgere monofazică (ţiţei) de zona de curgere bifazică (ţiţei-gaze), şi altul apă-ţiţei, care separă o zonă de curgere bifazică, cu saturaţie variabilă în apă şi ţiţei, de zona de curgere monofazică, ţiţei.

Aceasta este o confirmare teoretică a rezultatelor experimentale redate în [2, 3], pentru care în lucrarea [1] a fost elaborat un model matematic îmbunătăţit.

În lucrarea de faţă se analizează cazul unui sistem stratificat continuu, format deci dintr-o serie de strate individuale, uniforme, separate continuu. Ca atare comportarea acestui sistem nu va fi decît o suprapunere în timp a comportărilor individuale ale celor N strate.

Aceasta presupune ca la fiecare moment să se cunoască poziţiile fronturilor apă — ţiţei şi ţiţei—gaze în fiecare strat, stratele inundate şi stratele din care au fost epuizate gazele (pe care strate a fost terminat procesul de resaturare cu ţiţei).

Dacă se admite pentru zona de amestec apă—ţiţei din fiecare strat o permeabilitate relativă echivalentă pentru apă dată de relaţia [1, 6]:

$$k_a^* = \frac{\left(\frac{df_a}{dS_a}\right)_{S_{aF}}}{\int_{1-S_{tir}}^{S_{aF}} \frac{1}{k_a} \cdot f_a \cdot \frac{d^2 f_a}{dS_a^2} \cdot dS_a}, \qquad (1)$$

se echivalează dezlocuirea cu zona de amestec apă—țiței cu o dezlocuire de tip piston a țițeiului de către apă, fapt care ușurează mult tratarea problemei de față.

Pentru fiecare strat în parte există trei etape de calcul : prima etapă de la începutul injecției pînă la epuizarea gazelor din strat, etapa a doua între momentul epuizării gazelor și momentul apariției apei în galeria de extracție și etapa a treia, după apariția apei în galeria de extracție.

Analizîndu-se relațiile din [1] se deduce că, dat fiind faptul că stratele componente ale sistemului sînt distincte prin permeabilitatea absolută K_j, viteza de avansare a fronturilor apă—țiței și gaze—țiței va fi diferită pe fiecare strat. Astfel, pe stratele de permeabilitate mai mare gazele vor fi epuizate mai rapid ; de asemenea, stratele de permeabilitate mai mare vor fi inundate înaintea celor de permeabilitate mai mică. Aceasta face ca la un moment dat în sistem să existe o serie de strate pe care a apărut apa în galeria de extracție, alte strate care produc numai țiței, deoarece gazele au fost epuizate din aceste strate, dar apa nu a ajuns în galeria de extracție, și, în sfîrșit, altele din care nu au fost epuizate nici gazele, deci din care se extrag în continuare atît un debit de țiței, cît și unul de gaze.

Pînă la o etapă dată, cînd sînt inundate mai multe strate, dat fiind că inundarea stratelor se face succesiv, cantitatea de apă injectată pe stratele de permeabilitate mai mare și, respectiv, cantitatea de apă extrasă prin aceste strate este mai mare decît pe stratele inundate de permeabilitate mai mică. Aceasta face ca, în galeria de extracție, pe stratele inundate de permeabilitate mai mare, saturația în apă să fie mai mare decît pe stratele inundate de permeabilitate mai mică. Ca atare este necesar să se cunoască variația cu timpul a saturației în apă existentă în galeria de extracție. În cazul de față s-a folosit metoda indicată în [6] pentru deducerea dependenței S_a (T).

În programul de calcul întocmit, pentru deducerea saturației în apa existentă în galeria de extracție pe un strat inundat la un moment dat, se folosește subrutina SAFC.

Întrucît stratele sînt separate continuu, comportarea sistemului în ansamblu nu va depinde de poziția relativă a stratelor în sistem (spre deosebire de sistemele stratificate discontinuu). Aceasta a permis ca numerotarea de principiu a stratelor să fie făcută într-o ordine convenabilă, și anume, în cazul de față ordinea aleasă a numerotării stratelor este de la stratul cu permeabilitate maximă la cel cu permeabilitate minimă ($K_j > K_{j+1}$; $j = 1,2, \ldots N$). În cazul în care două strate au permeabilitatea absolută egală, s-a luat în considerare un singur strat, cu o grosime efectivă egală cu suma grosimilor efective ale celor două strate, deoarece, conform supozițiilor făcute comportarea lor în timp este identică.

Aranjarea fictivă a stratelor în ordinea descrescătoare a permeabilității lor a permis abordarea unui mod de calcul al comportării sistemului de N strate, redat în diagrama logică din figura 2.

APLICAȚIE

Se consideră un zăcămînt de lungime $L = 1\,720$ m, lățime $B = 3\,470$ m, alcătuit din 50 de strate uniforme, separate continuu, a cărui grosime totală este $H = \Sigma h_j = 15$ m. S-a luat $h_j = 30$ cm = constant. Pe fiecare strat component : $m = 0{,}26$: $S_{aint} = 0{,}25$; $S_{tir} = 0{,}27$; $S_{g0} = 0{,}14$; $S_{t0} = 0{,}61$. Viscozitatea apei este $\mu_a = 1$ cP, iar cea a gazelor, $\mu_g = 0{,}01$ cP. Pentru toate stratele componente sînt caracteristice aceleași curbe de permeabilitate relativă de fază, date de relațiile :

$$k_a = \frac{(S_a - S_{aint})^3}{(1 - S_{aint})^3}; \quad k_t = k_{t_0} \cdot \sqrt{\frac{S_t^3}{(1 - S_{aint} - S_{tir})^3}}$$

$$k_g = \frac{S_g^3}{(1 - S_{aint})^3}, \qquad (2)$$

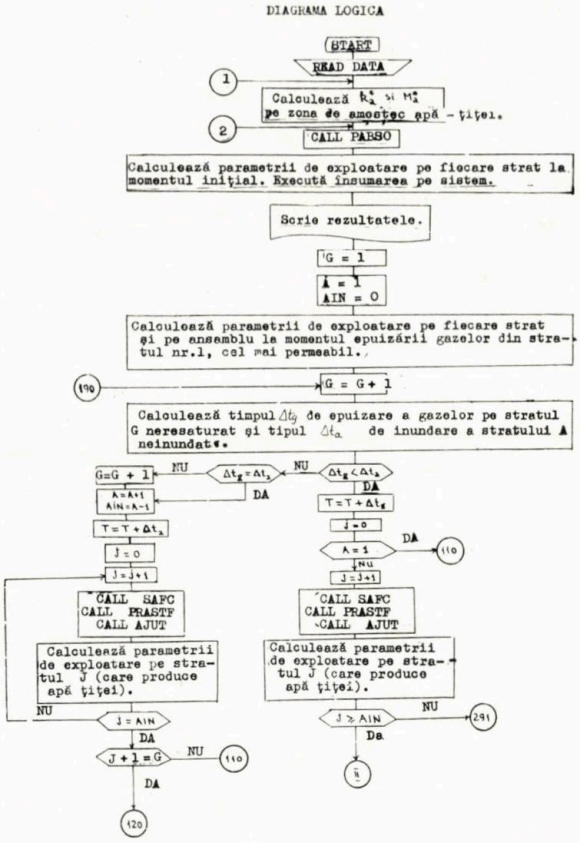
unde k_{t_0} este permeabilitatea relativă de fază pentru țițeiul la $S_a = S_{aint}$ și $S_g = 0$. Aici $k_{t_0} = 0{,}8$. S-a mai considerat că permeabilitatea absolută a stratelor componente satisface o distribuție exponențială [7] (subrutina PABSO).

Țițeiul este același în întreg sistemul cu $b_t = 1{,}14$; pentru gaze s-a admis $b_g = 0{,}00735$.

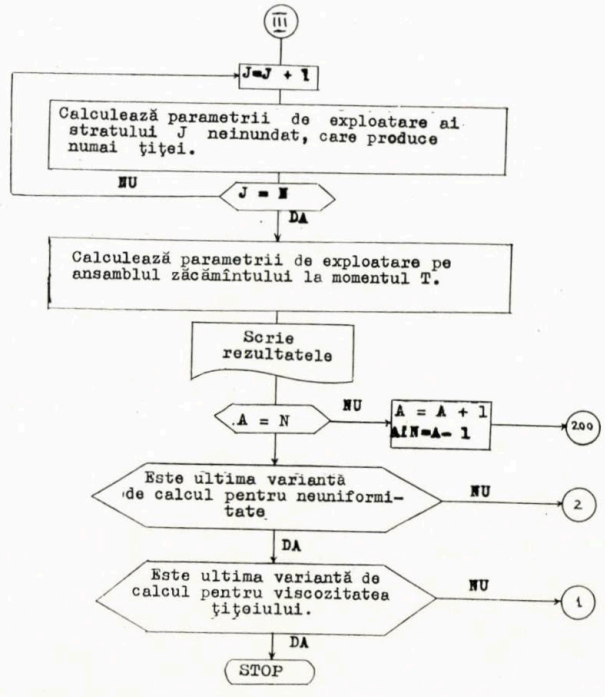
Gradul de neuniformitate a zăcămîntului s-a luat în considerare prin indicele de neuniformitate definit ca $I = \frac{K_{max}}{K_{min}}$. Au fost executate mai multe variante de calcul pentru $I = 3$; 5 ; 10 ; 20 ; 50 ; 100. În fiecare caz în parte s-a păstrat însă permeabilitatea absolută medie, egală cu 210 mD. Întrucît curgerea este plan paralelă, iar variația permeabilității absolute este numai pe verticală, $K_{med} = \frac{\Sigma K_j \cdot h_i}{\Sigma h_j}$; cu alte cuvinte s-a menținut constantă capacitatea hidraulică a zăcămîntului.

Pentru fiecare indice de neuniformitate s-au executat cîte șase variante de calcul pentru viscozități ale țițeiului $\mu_t = 2$; 5 ; 10 ; 20 ; 50 ; 100 cP. Calculele au fost executate pe un IBM 360/40 [8,9,10] .

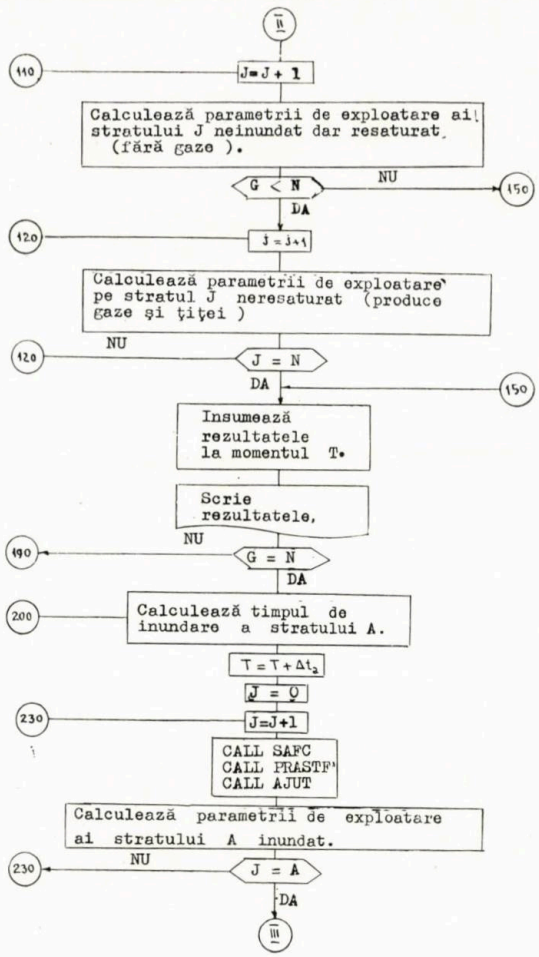
În figurile 3 și 4 este redată variația parametrilor de exploatare pe ansamblul sistemului de 50 de strate pentru $I = 3$ și $\mu_t = 10$ cP, comparativ cu cei ai stratului uniform ($I = 1$). Deși la un indice de neuniformitate egal cu 3 se poate considera că zăcămîntul este practic uniform [11], se observă că totuși curbele de comportare în exploatare diferă, fiind mai



a)



b)



c)

Fig. 2.

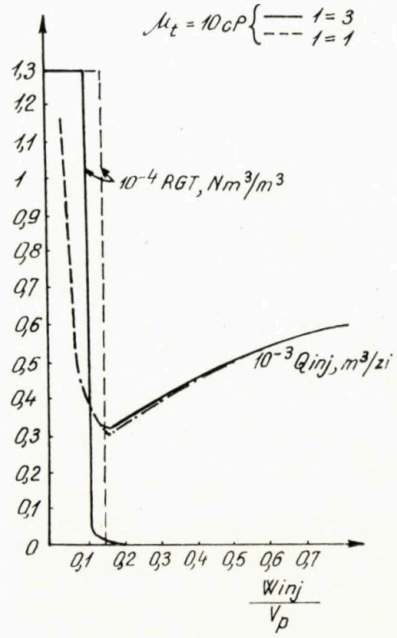


Fig. 3.

apropiate de tendințele reale în cazul în care se ia în considerare existența neuniformității zăcămîntului.

Întrucît se consideră că sistemul este stratificat continuu, în momentul inundării unui

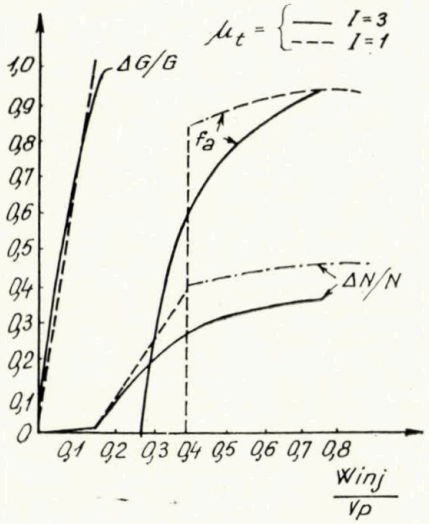


Fig. 4.

strat component sau în momentul epuizării gazelor pe un strat component se vor înregistra pe ansamblul sistemului variații bruște ale debitelor de țiței, gaze și apă. Astfel, o dată cu inundarea unui strat component, pe stratul respectiv nu se va mai produce numai țiței, ci țiței și apă, ceea ce va conduce la variația fracțiunii de apă în curentul total de fluid ; la epuizarea gazelor dintr-un strat component se va obține, pe ansamblul sistemului, o reducere a debitului de gaze și o creștere a debitului de țiței, fapt care va duce la variația bruscă atît

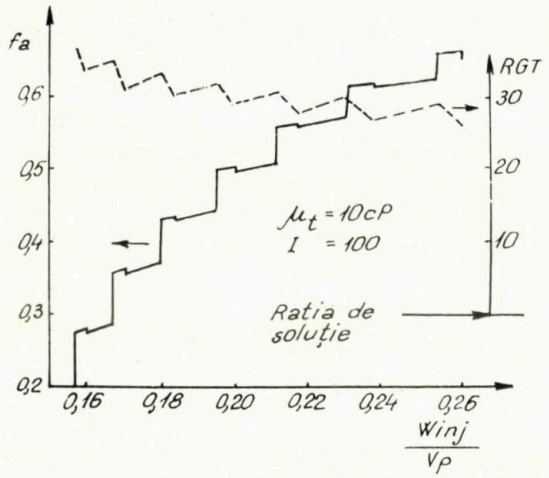


Fig. 5.

a rației gaze—țiței, cît și a fracțiunii de apă în curent. În figura 5 este redată o astfel de variație a *RGT* și a fracțiunii de apă în curent în decursul exploatării sistemului. Explicația dată ar putea justifica uneori fluctuațiile *RGT* și a impurităților înregistrate curent în practica de șantier.

Tabela 1 redă variația factorului de recuperare obținut la o fracțiune de apă în curent de

TABELA 1

Valorile lui $\Delta N/N$ în % la f_a = 95 % (în paranteză număru de strate inundate)

I \ μ_t, cP	2	5	10	20	50	100
3	43,74 (50)	40,56 (50)	36,8 (50)	35,2 (50)	31,3 (50)	20,13 (50)
5	43,7 (50)	41,1 (50)	37,7 (50)	33,35 (50)	26,9 (50)	21,2 (50)
10	42,9 (42)	40,1 (42)	36,6 (41)	31,37 (40)	24,33 (40)	19,0 (40)
20	41,34 (39)	37,2 (38)	33,51 (36)	25,2 (31)	18,97 (29)	15,3 (29)
50	38,3 (35)	33,71 (32)	29,07 (28)	21,25 (23)	14,4 (22)	11,5 (22)
100	35,0 (31)	29,83 (27)	24,52 (25)	18,34 (20)	13,05 (19)	9,84 (19)

95 % pentru diferiți indici de neuniformitate și diferite viscozități ale țițeiului. Cum era de așteptat, factorul de recuperare la 95 % impurități scade o dată cu creșterea neuniformității și a viscozității țițeiului.

Din figura 6 rezultă că la viscozități mari ale țițeiului și la grade mari de neuniformitate, la

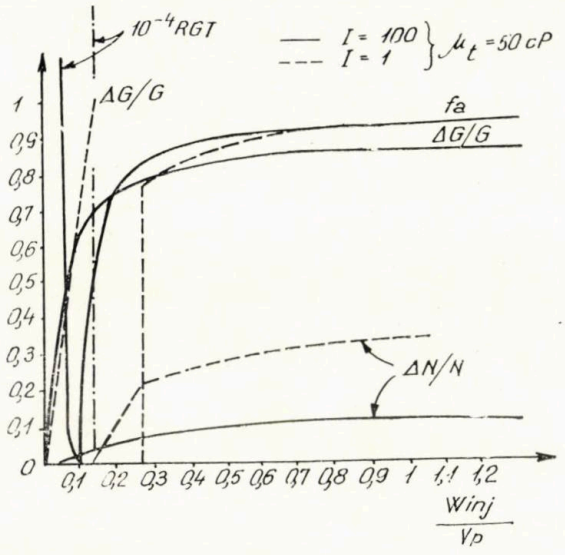


Fig. 6.

95 % fracțiune de apă în curent (deci practic la sfîrșitul exploatării zăcămîntului), factorul de recuperare pentru gaze nu a atins valoarea unu. Rezultă că la aceste zăcăminte, pînă la oprirea practică a exploatării, pe ansamblu nu se ter-

mină procesul de resaturare cu țiței. Deci, spre deosebire de zăcămintele uniforme, unde se putea considera [1, 2, 3, 4] că în prima parte a exploatării se extrag toate gazele, în cazul

TABELA 2

Valorile lui $\frac{\Delta G}{G}$ în % în momentul epuizării gazelor din stratul (nr. 1) cel mai permeabil (în paranteză $\Delta N/N$ la % la același moment)

I \ μ_t, cP	2	5	10	20	50	100
3	75,6 (0,85)	76,4 (0,34)	76,8 (0,17)	77,1 (0,09)	77,2 (0,03)	77,3 (0,02)
5	66,9 (0,75)	68,0 (0,30)	68,5 (0,15)	68,9 (0,08)	69,1 (0,03)	69,1 (0,02)
10	57,1 (0,64)	58,5 (0,26)	59,2 (0,135)	59,6 (0,07)	59,8 (0,03)	59,9 (0,015)
20	49,2 (0,55)	50,2 (0,23)	51,5 (0,12)	51,85 (0,06)	52,3 (0,02)	53,1 (0,012)
50	40,9 (0,46)	42,6 (0,19)	43,5 (0,1)	44,1 (0,07)	44,4 (0,02)	44,6 (0,01)
100	36,0 (0,4)	37,7 (0,17)	38,7 (0,09)	39,2 (0,04)	39,6 (0,02)	39,8 (0,01)

zăcămintelor neuniforme nu este corect să se considere prima etapă de exploatare ca etapă de resaturare integrală în țiței, în timpul căruia se extrag toate gazele. Examinînd

TABELA 3

Valorile lui $\frac{\Delta G}{G}$ (în %) în momentul apariției apei pe stratul (nr.1), cel mai permeabil (în paranteză $\Delta N/N$ în % la același moment)

I \ μ_t ;cP	2	5	10	20	50	100
3	100 (25,58)	100 (20,76)	100 (16,68)	100 (12,77)	100 (8,28)	100 (4,80)
5	100 (21,23)	100 (17,45)	100 (14,33)	100 (11,41)	98,5 (6,22)	93,9 (3,13)
10	99,7 (16,8)	99 (13,66)	98 (10,93)	96 (7,87)	90 (4,14)	83,7 (2,16)
20	94,5 (13,38)	92,6 (11,2)	91 (8,22)	84,6 (5,74)	80,9 (3,24)	77,2 (1,38)
50	83,5 (10,16)	82,7 (8,18)	79,5 (6,05)	75,6 (4,29)	69,6 (2,47)	63,6 (1,31)
100	75,5 (8,72)	74,8 (6,94)	72,2 (5,32)	68,1 (3,66)	61,9 (1,99)	56,7 (1,09)

totuși în figurile redate alura curbelor *RGT*, se observă că există o perioadă în care se produce cu *RGT* mari și foarte mari, urmată de o scădere rapidă a acesteia. Tabela 4 prezintă valoarea factorului de recuperare pentru țiței la acest moment al scăderii rapide a *RGT*, pentru diferite valori de neuniformitate și diferite viscozități ale țițeiului; în aceeași tabelă este dată și valoarea corespunzătoare a factorului de recuperare pentru gaze. Întrucît din tabela 4 rezultă valori destul de mici pentru factorul de recuperare pentru țiței la un moment cînd majoritatea gazelor au fost extrase din sistem și deoarece din tabelele 2 și 3 rezultă că și la

TABELA 4

Valorile lui $\frac{\Delta N}{N}$ în %, și momentul cînd *RGT* scade rapid sub 500 Nm³/m³ (în paranteză valoarea lui $\frac{\Delta G}{G}$ în % la același moment)

I \ μt ;cP;	2	5	10	20	50	100
3	1,05 (81,6)	0,53 (83,0)	0,34 (83,3)	0,25 (83,4)	0,23 (83,6)	0,21 (83,6)
5	0,97 (73,7)	0,53 (75,6)	0,30 (76,0)	0,28 (76,5)	0,22 (76,8)	0,19 (76,8)
10	0,87 (64,2)	0,51 (66,7	0,35 (67,2)	0,27 (67,5)	0,22 (67,8)	0,19 (67,8)
20	0,76 (55,6)	0,50 (58,3)	0,32 (59,3)	0,25 (59,7)	0,21 (59,9)	0,18 (59,9)
50	0,65 (47,2)	0,48 (50,3)	0,28 (50,9)	0,21 (51,0)	0,20 (51,2)	0,17 (51,3)
100	0,59 (41,6)	0,31 (43,2)	0,25 (44,9)	0,20 (45,2)	0,19 (45,8)	0,15 (45,8)

zăcămintele cu grad mare de neuniformitate, în prima parte a exploatării, se extrage o mare parte din gazele existente în sistem, se poate trage concluzia că pînă în prezent nu s-au făcut erori prea mari, atunci cînd s-a considerat că și la zăcămintele neuniforme, la fel ca la cele uniforme, în prima fază de exploatare are loc procesul de resaturare totală în țiței.

Evident, pe linia îmbunătățirii continue a metodelor de proiectare a exploatării zăcămintelor se impune să se acorde o mai mare atenție existenței neuniformității zăcămintelor.

CONCLUZII

1. Se prezintă un model de zăcămînt liniar, care inițial are și o saturație în gaze; metoda ia în considerare atît existența neuniformității pe verticală, cît și faptul că în timpul procesului de resaturare nu se produc numai gaze, ci și țiței.

2. Spre deosebire de zăcămintele uniforme, unde cantitatea de țiței extrasă în perioada de resaturare cu țiței era neglijabilă, în cazul zăcămintelor neuniforme, perioada de resa-

turare cu țiței se prelungește uneori pînă la finele exploatării, în funcție de neuniformitatea zăcămîntului și de proprietățile fluidelor care îl saturează.

Există totuși o perioadă inițială de resaturare cu țiței în timpul căreia se extrag majoritatea gazelor și o cantitate de țiței care nu este neglijabilă pentru o prevedere mai exactă.

3. Este necesar ca pe viitor să se ia în considerare existența neuniformității zăcămintelor chiar la grade mici de neuniformitate, fie și sub o formă simplificată, aceasta conducînd la apropierea prevederii de comportarea reală a zăcămîntului.

NOTAȚII

L — lungimea zăcămîntului
B — lățimea zăcămîntului
H — grosimea totală a zăcămîntului
h — grosimea unui strat component al sistemului
N — numărul de strate componente
S — saturația
P — presiunea
m — porozitatea
K — permeabilitatea absolută
k — permeabilitatea relativă
f_a — fracțiunea de apă în curent
b — factor de volum
μ — viscozitatea
RGT — rația gaze — țiței
$\Delta N/N$ — factor de recuperare pentru țiței
$\Delta G/G$ — factor de recuperare pentru gaze

INDICII

a — apă
t — țiței
g — gaze
int — interstițial
ir — ireductibil
F — front
O — inițial
med — mediu

BIBLIOGRAFIE

1. Popa, Gh. C. În : Petrol și gaze, **22**, nr. 3, mart. 1971.
2. Efros, D. A. Vitesnenie dvuhcomponentnoi smesi primaloi viazcosti odnoi iz vitesniaemih jidcostei. D.A.N., S.S.S.R., **121**, nr. 1, 1958. p. 59.
3. Kyte, J. R., Stanclift, R. J. Jr., Stephan, S. C. Jr. și Rapaport, L. A. Mechanism of Water Flooding in the Presence of Free Gas. În : Trans AIME **207**, 1958, p. 215.
4. Popa, Gh. C. În : Studii și cerc. de mec. aplicată, **29**, nr. 5, 1970, p. 1 235.
5. Popa, Gh. C, Teză de doctorat, IPGG—București 1971.
6. Codreanu, D. și Ionescu, P. În : Petrol și gaze, **19**, nr. 4, april. 1968, p. 208.
7. Muskat, M. The Effect of Permeability Stratifications in Complete Water Drive Systems. În : Trans AIME **184**, 1950, p. 349.
8. * * * IBM System/360 — FORTRAN IV Language — — From C28—6515.
9. * * * IBM System/360 — Disk Operating System — — Fortran IV, Programer's Guide — From C28—6639.
10. * * * IBM Application program System 360 Scientific Subroutine Package — 360 A — CM — 03 X — Version III — Programer's Manual H20 — 0205 — 3.
11. Marlé, C. Signification de l'heterogeneité dans les milienx poreux; 7-emme Congres Mondiale du Petrole, Mexico 1967.

Comisia de chimie analitică din cadrul Secției de chimie a Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor, organizează între 21 și 23 septembrie 1972 la Complexul turistic—Borșa, simpozionul:

„METODE DE ANALIZĂ A POLUANȚILOR ATMOSFERICI"

Sînt invitați să participe la acest simpozion toți specialiștii care lucrează în domeniul analizei poluanților atmosferici.

Înscrierile se vor face pînă la 1 iunie 1972

Cei ce doresc să prezinte lucrări, sînt rugați să trimită textul integral al acestora pînă la 1 mai 1972.

Textul lucrărilor nu trebuie să depășească 6 pagini dactilografiate, iar timpul acordat pentru comunicare este de 15 min, urmat de 10 min de discuții.

Cu prilejul acestui simpozion va avea loc și o masă rotundă referitoare la nomenclatura în domeniul poluanților atmosferici.

Corespondența referitoare la acest simpozion se va trimite pe adresa Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor, Calea Victoriei nr. 118, sector 1, București.

Comportarea termică a parafinelor şi a izoparafinelor din bitum

C. Savu, C. Giavarini şi I. Zîrnă

În literatura de specialitate foarte mulţi autori s-au ocupat de modul în care parafina influenţează calităţile bitumului [6], precum şi de stabilirea cantităţii de parafină necesară în bitum, pentru ca acesta să aibă o comportare bună în diversele sectoare de utilizare. Rezultatele au fost diferite, în funcţie de aparatura şi de metodele folosite în investigare.

În lucrarea de faţă se porneşte de la unele studii efectuate cu ajutorul calorimetriei diferenţiale asupra uleiurilor minerale [7], metodă care dă posibilitatea determinării parafinei din bitum [6].

În studiu se redă modul în care variază căldura de topire pentru *n*-parafine şi izoparafine, pe componenţi individuali şi în amestecuri cu limite largi ale atomilor de carbon din moleculă, verificînd întîi comportarea amestecurilor de *n*-parafine şi izoparafine şi apoi, a amestecurilor cu bitum.

În fundamentarea concluziilor s-au făcut referiri la date de literatură de specialitate privind comportarea parafinelor în diferite grupe de hidrocarburi separate din bitum şi în bitumul reconstituit din componenţi, cu ajutorul microscopului electronic al razelor X etc. [1, 2, 3, 5].

Aparatura folosită în investigare a fost un calorimetru diferenţial.

La cercetarea comportării amestecurilor de bitum cu *n*-parafine şi izoparafine s-a verificat, aşa după cum s-a precizat anterior, mai întîi modul în care se comportă *n*-parafinele cu izoparafinele. S-au luat în studiu diverse amestecuri formate din tricosan (C 23 H 48) şi pristan (2, 6, 10, 14-tetrametil pentadecan) ca substanţe pure, pe de o parte, iar, pe de altă parte, amestecuri dintre o *n*-parafină şi o izoparafină, separate dintr-un petrolatum prin metoda aductării cu uree. Amestecurile formate au fost : *n*-parafina şi pristan, *n*-parafină şi izoparafină, tricosan şi pristan şi tricosan şi izoparafină. Caracteristicile produselor de amestec sînt date în tabela 1.

În studiu au fost luate două bitumuri de drumuri, ale căror caracteristici sînt date în tabela 2.

Comportarea *n*-parafinelor, a izoparafinelor şi a amestecurilor cu bitum s-a studiat pe un interval de temperatură cuprins între —28°C şi 83°C.

TABELA 1

Caracteristicile parafinelor şi ale izoparafinelor folosite în amestec

	Tricosan	Pristan (Norfitan)	Normal-parafine	Izo-parafine	50 % *n*-parafine, 50 % izo-parafine
Densitate la 20°C	0,7969	0,783	0,8017	0,8011	0,8014
Punct de topire, °C	47,6		48	60	57
Greutate moleculară medie	324,624	268,5	341	339	340,5
Hidrocarburi saturate, %gr.	—	—	99,8	94,8	97,4
Hidrocarburi aromate, % gr.	—	—	0,2	5,2	2,6
Domeniu atomi carbon	23	19	18—35	17—37	17—37
Numărul mediu de atomi carbon	23	19	24	24	24
Conţinutul de ulei, % gr.	—	—	3,6	22,5	13,2
Indice refracţie, n_D^{25}	1,4367	1,4385	—	—	—

TABELA 2

Caracteristicile bitumurilor

	Safanya 85	Bachaquero 80
Greutate specifică	1,0215	1,0298
Penetraţia la 25°C, 1/10 mm	85	80
Punct înmuiere, 1+ B, °C	47	47
Parafină, metoda CNR, % gr.	1,45	0,78
Punct rupere Fraass, °C	—22	—19

Din studiul comportării probelor s-a constatat că pristanul nu prezintă fenomene de absorbţie sau cedare de căldură pe intervalul de temperatură studiat, pe cînd izoparafinele au prezentat un pic de cristalizare cuprins între 48 şi 68°C, cu un maxim la 60°C avînd o căldură de cristalizare de 14 cal/g, normal-parafinele 34,2 cal/g, iar tricosanul 40,3 cal/g, faţă de 39,7 cal/g [1].

În figura 1 şi 2 sînt redate curbele de variaţie a căldurilor de topire pentru pristan şi normal-parafine, precum şi pentru pristan şi tricosan. Se constată că aceste amestecuri au o variaţie a căldurii de topire proporţională cu cantitatea componenţilor luaţi în amestec. Nu acelaşi lucru se observă la amestecurile de izoparafine cu normal-parafine şi tricosan, unde se constată o variaţie parabolică. Căldurile de topire ale amestecurilor la cantităţi mici de *n*-parafină şi tricosan au valori mai mici decît

izoparafinele pure, datorită probabil modului de cristalizare [2, 3, 4], aşa cum se poate observa în figurile 3 şi 4.

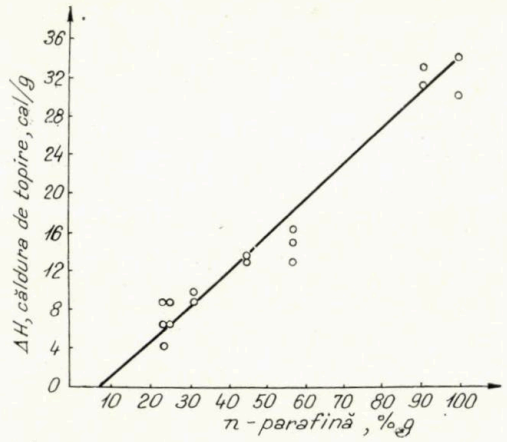


Fig. 1. Variaţia căldurii de topire a pristanului cu cantitatea de n—parafină adăugată.

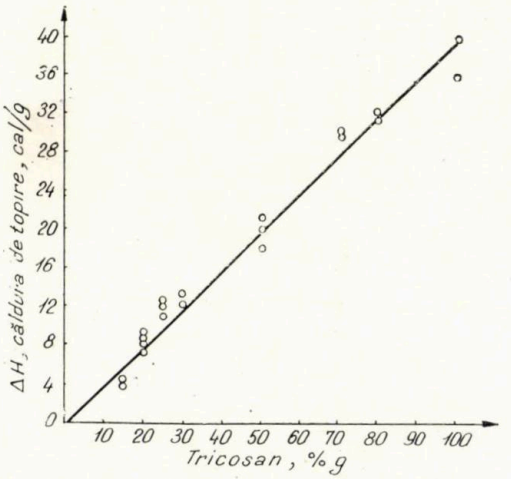


Fig. 2. Variaţia căldurii de topire a pristanului cu cantitatea de tricosan adăugată.

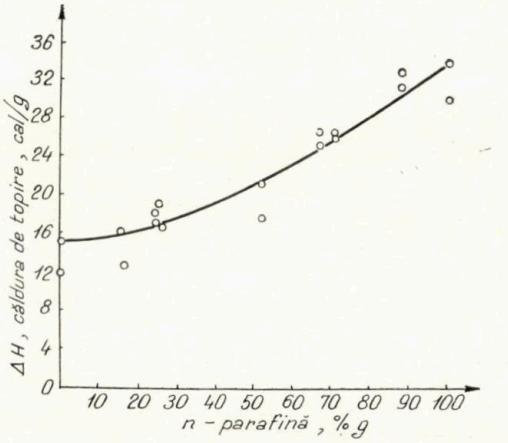


Fig. 3. Variaţia căldurii de topire a izoparafinelor cu cantitatea de n-parafine adăugată.

Important pentru toate aceste amestecuri este faptul că dacă topirea parafinei se face imediat după cristalizare, căldura de topire are o anumită valoare, iar dacă topirea se face după o zi sau o săptămînă se obţin valori mai mari cu pînă la o calorie/g. Acest fenomen s-ar datora formării cristalelor mari de parafine în amestecurile respective [2, 3], aşa cum

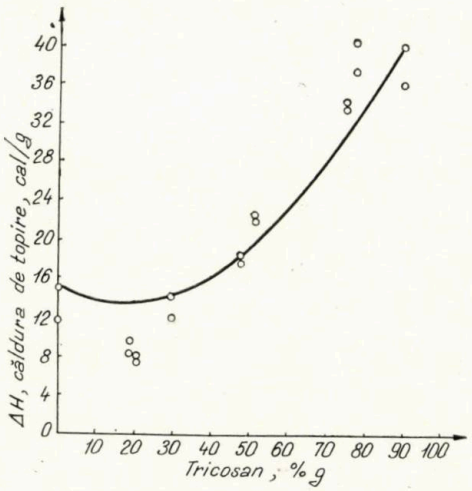


Fig. 4. Variaţia căldurii de topire a izoparafinelor cu cantitatea de tricosan adăugată.

se poate observa în diagramele din figura 5, pentru n-parafine şi izoparafine pure. Situaţii similare se observă şi la diverse amestecuri de normal-parafine cu izoparafine, valorile obţinute pentru căldura de topire variind între aceleaşi limite.

În amestecurile cu bitum s-a luat numai n-parafinele, izoparafinele şi amestecul 50% n-parafine + 50% izoparafine.

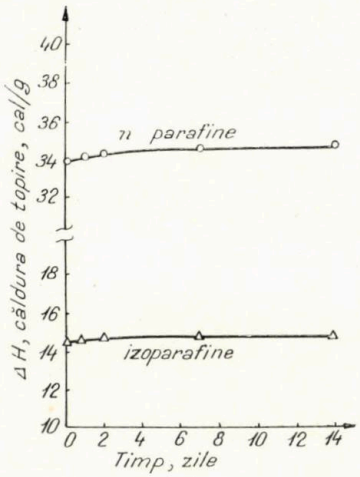


Fig. 5. Variaţia căldurii de topire în timp

În studiu s-a urmărit modul în care variază punctul de rupere Fraass şi căldura de topire cu cantitatea de parafină adăugată. Cantitatea maximă de parafină sau izoparafină adăugată a fost de 5%, cantitate existentă de obicei în bitumurile suflate obţinute din materii prime de natură parafinoasă.

Rezultatele obţinute sînt date în figurile 6, 7, 8 şi 9.

Amestecurile s-au obținut prin încălzirea bitumului cu 70°C peste temperatura de topire. Căldurile de topire s-au determinat după două cicluri de încălzire—răcire pe intervalul de temperatură —28 la +83°C, luîndu-se valorile celui de-al doilea ciclu.

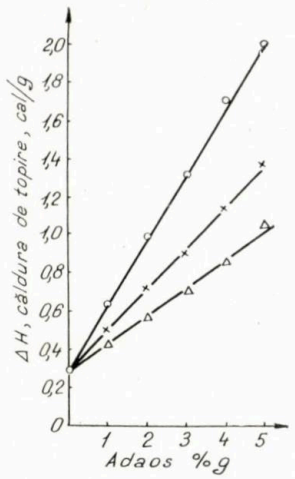


Fig. 6. Variația căldurii de topire a bitumului Safanya 85 cu adaosul de *n*-parafină, izoparafină și amestecul 50 % *n*-parafină cu 50 % izoparafină: O—O *n*-parafină; X—X 50 % *n*-parafină + 50 % izoparafină; Δ—Δ — izoparafină.

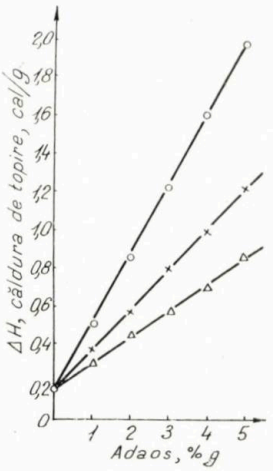


Fig. 7. Variația căldurii de topire a bitumului Bachaquero 80 cu adaosul de *n*-parafină, izoparafină și a amestecului 50 % *n*-parafină cu 50 % izoparafină: O—O *n*-parafină; X—X 50 % *n*-parafină + 50 % izoparafină; Δ—Δ-izoparafină.

În timpul determinării căldurii de topire pentru amestecurile studiate s-a observat că atît intervalul de temperatură pentru cedarea căldurii, cît și temperatura maximă pentru

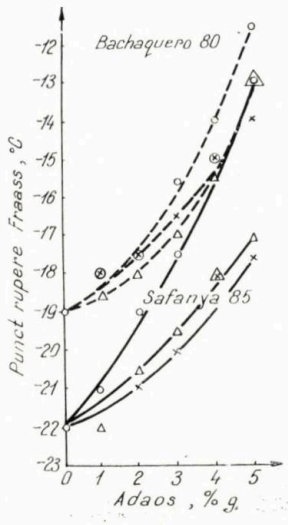


Fig. 8. Variația punctului de rupere Fraass cu cantitatea de izo-*n*-parafine și amestec: O — *n*-parafină; Δ — izoparafină; X—50 % *n*-parafină + 50 % izoparafină.

picul respectiv cresc o dată cu cantitatea de parafină adăugată.

Din figurile 6 și 7 se constată că în condițiile studiate căldura de topire crește proporțional cu cantitatea de parafină sau de izoparafină adăugată. Se observă că amestecul de 50% *n*-parafină cu 50% izoparafină prezintă o căldură de topire mai mică decît cea teoretic calculată din amestecurile cu aceeași cantitate de *n*-parafine și izoparafine. Acest lucru se datorește sistemului de cristalizare a parafinelor și a izoparafinelor din masa de bitum [2, 3, 5, 6].

Urmărind modul în care variază punctul de rupere Fraass cu cantitatea de parafină sau de izoparafină adăugată s-a constatat că nu are o variație liniară (fig. 8).

Normal-parafinele dau o variație mai mare a punctului de rupere Fraass decît izoparafinele, datorită formării cristalelor mari dispuse sub formă de plăci [3]. În cazul izoparafinelor variația punctului de rupere Fraass este mai mică, datorită formării cristalelor mici sub formă de ciorchine [3].

Urmărind variația punctului de rupere Fraass în funcție de căldura de topire, s-a constatat

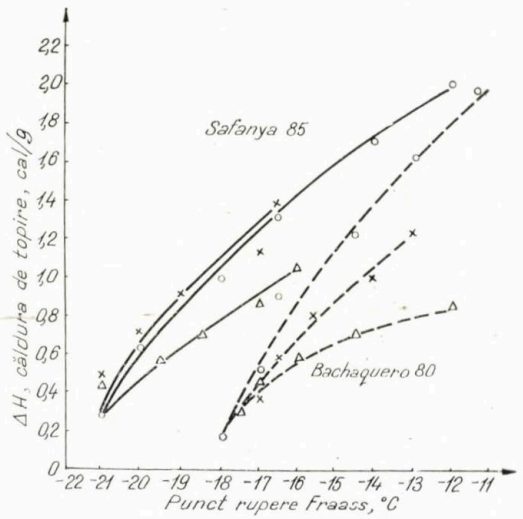


Fig. 9. Variația căldurii de topire cu punctul de rupere Fraass: O—O *n*-parafină; Δ—Δ izoparafină; X—X 50 % *n*-parafină + 50 % izoparafină.

că aceasta are o variație inversă variației punctului de rupere Fraass cu *n*-parafina, așa după cum se poate observa în figura 9.

S-a verificat variația căldurii de topire în timp pentru amestecurile studiate. În figura 10 se dau date numai pentru amestecul de 5% *n*-parafine, izoparafine și amestec pentru timpul de o zi, 7 zile și 14 zile pentru bitumul Safanya 85.

Din datele practice se constată o variație în timp a căldurii de topire de 0,28 cal/g, pentru bitumul cu 5% *n*-parafine, o variație minimă pentru bitumul cu 5% izoparafine, una practic nesesizabilă pentru bitumul ca atare. Această căldură este dată pe seama schimbării cristalizării parafinelor din amestecul de bitum [3, 5].

Literatura de specialitate [1, 2, 3, 5] arată că mediul înconjurător parafinelor din bitum are

o importanță foarte mare asupra comportării acestora. Asfaltenele și uleiurile au rolul cel mai mare în modul de înglobarea parafinelor, iar rășinile sînt acelea care permit o formă de cristalizare sau alta, conducînd la micelii mai

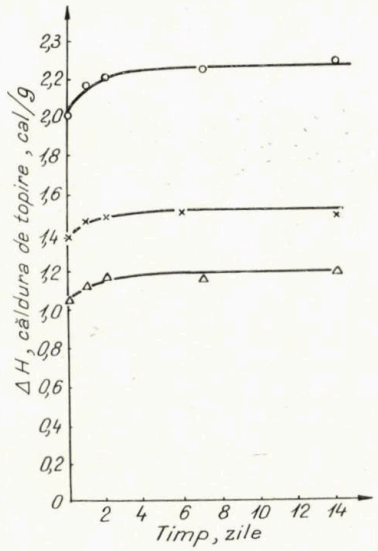


Fig. 10. Variația căldurii de topire a bitumului Safanya 85 cu 5 % adaos :
O—O—*n*-parafină ; Δ—Δ—izoparafină ; X—X 50% *n*-parafină + 50 % izoparafină.

mari sau mai mici, cu cristale de diferite forme și mărimi [2, 3].

Avînd în vedere observațiile făcute se pot trage următoarele concluzii :

Într-un bitum, importante sînt natura parafinei existente, forma de cristalizare a acesteia [5] și natura rășinilor. Modul de cristalizare a parafinei depinde în mare măsură de cantitatea de rășini, iar orientarea cristalelor de cantitatea de asfaltene [5], de mărimea greutății moleculare a rășinilor, de polaritatea acestora, deci de puterea de a forma micelii mai mari sau mai mici.

În timp parafina își schimbă forma de cristalizare trecînd de la faza de microcristale separate, la cristale din ce în ce mai mari, așezîndu-se sub formă de plăci [3], iar după cîteva zile în cristale prismatice mari, ceea ce conferă o fragilitate mult mai mare (vezi punctul de rupere Fraass) a bitumului respectiv față de izoparafine, care cristalizează microcristalin sub formă de ciorchine [3].

Cantitatea de parafină determinată prin metodele clasice nu prezintă întotdeauna date certe privind comportarea bitumului. Bitumurile ce conțin izoparafine se comportă mult mai bine la temperaturi coborîte decît bitumurile ce au parafine în compoziția lor. De aceea la parafina determinată prin metodele actuale ar trebui determinată o caracteristică a izoparafinicității.

BIBLIOGRAFIE

1. * * * Advances in chemisstry series 22, Physical properties of chemical compounds **II**, p, 173.
2. Constantinides, G. și Schromek, N. În : La Revista dei Combustibili, **XXIII** fasc. II 1969, p. 541.
3. Constantinides, G. și Schromek, M. În : La Revista dei Combustibili, **XXII** fasc. IX 1968, p. 468.
4. Giavarini, C., Pochetti, F. și Savu, C. În : La Revista dei Combustibili, **23**, 1969, p. 496.
5. Constantinides, G. și Schromek, N. În : La Revista dei Combustibili, XXIV fasc. XI 1970, p. 467.
6. Giavarini, C., Pochetti, F. și Savu, C. În : La revista dei Combustibili **XXV**. fasc. IV. 1971, p. 149.
7. Savu, C., Giavarini, C. și Pochetti, F. În : Petrol și gaze **21**, 1972, nr. 2, p. 117.

Recuperarea solventului în instalaţia de deparafinare cu MEC

În schemele de fabricare a uleiurilor lubrifiante un loc important îl ocupă procesul de deparafinare.

Deparafinarea, pentru obţinerea uleiurilor cu punct de congelare scăzut, este necesară chiar şi în cazul în care se aplică anterior procesul de hidrocracare.

Metoda de separare directă a parafinelor solide din uleiuri prin răcire şi filtrare este cea mai veche şi prezintă o importanţă secundară.

Metoda de deparafinare cu solvenţi permite separarea cu succes a tuturor substanţelor ceroase din uleiuri şi se aplică pe scară tot mai mare.

Ca metode de deparafinare cu solvenţi se amintesc cele care folosesc propanul, analina, uree, amestecuri de cetone şi de hidrocarburi aromatici (benzen, toluen), bioxid de sulf — benzen, dicloretan-benzen etc.

Deparafinarea cu metiletilcetona (MEC), benzen şi toluen se foloseşte actualmente în procesele moderne de fabricare a uleiurilor lubrifiante şi se aplică pentru toate uleiurile distilate, precum şi pentru cele grele, în instalaţii complexe, în care se includ instalaţiile de dezuleiere a parafinei cu acelaşi solvent prin amestecare, cristalizare şi filtrare [1, 2, 3].

Într-o instalaţie de deparafinare cu MEC, ponderea cea mai însemnată în preţul de cost o are procesul de răcire.

Totuşi partea de recuperare a solventului contribuie mult la costul de prelucrare, ca urmare a raţiilor mari de solvent.

De aceea alegerea schemei de recuperare are o importanţă deosebită.

Filtratul conţine cea mai mare parte din solvent, ceea ce impune recuperarea lui cu minimum de căldură.

Ca agent de încălzire se întrebuinţează abur de presiune joasă sau ridicată, încălzire cu foc sau cu un agent termic care se recirculă.

Recuperarea solventului prin evaporare în trepte de presiune [4] cu recuperarea maximă a căldurii vaporilor se realizează prin schema indicată în figura 1. După această schemă, soluţia de filtrat se colectează în vasul V 1, se încălzeşte în S1 şi S2 cu vaporii de solvent din coloanele Cl_1 şi Cl_2, iar amestecul de lichid-vapori intră în coloana Cl_1, unde distilă o parte din solvent la presiune scăzută.

Din coloana Cl_1 se trage cu pompa P—3, se trece prin cuptorul C_1, unde se încălzeşte pînă la temperatura de 180—200°C, şi intră în coloana Cl_2, la presiune, unde distilă cea mai mare parte din solventul rămas.

Soluţia de filtrat cu restul de solvent neevaporat trece în sistemul de stripare.

Gaciul obţinut de la filtrare conţine solvent umed în cantitate mai redusă şi recuperarea se face după o schemă mai simplă.

Bilanţul de materiale şi termic necesar la dimensionarea utilajelor din această schemă se stabileşte prin aplicarea calculelor pentru condiţii de echilibru.

Schema de recuperare a solventului din filtrat este mai complicată, necesitînd încercări succesive pînă la închiderea bilanţului.

Metoda de calcul pentru recuperarea solventului după această schemă, cînd solventul este un singur component a mai fost prezentată [5].

Cînd solventul este format din mai mulţi componenţi, cum este cazul deparafinării cu MEC, se propune metoda de calcul arătată în continuare.

Ca exemplu se admite că soluţia de filtrat are următoarea compoziţie:

MEC	59 000 kg/h
B (benzen)	37 700 kg/h
T (toluen)	10 700 kg/h
Ulei	10 200 kg/h

Se stabilesc condiţiile de lucru în coloana Cl_2.

În cazul de faţă se consideră că, înainte de a intra în coloana Cl_2, soluţia de filtrat se încălzeşte în cuptorul C_1 la temperatura de 180°C. În cazul în care s-ar face încălzirea cu abur, temperatura soluţiei de filtrat ar fi de 150—170°C.

Presiunea în coloană se stabileşte astfel încît punctul de rouă al vaporilor de solvent să fie de 140—160°C, pentru a se realiza un schimb de căldură convenabil.

Pentru început se admite compoziţia amestecului de solvent în stare de vapori rezultaţi în coloana Cl_2 la fel cu cea iniţială în filtrat, fără a face o eroare prea mare, şi se verifică ulterior prin calcul.

	kg/h	%gr.	M	N	X
MEC	59 000	55	72,06	820	0,579
B	37 700	35	78,05	483	0,34
T	10 700	10	92,06	116	0,081
	107 400	100		1 419	1,000

în care :

M este greutatea moleculară ;
N — nr. de moli ;
X — fracție molară.

Se fixează temperatura punctului de rouă al solventului 147°C, valoare căreia îi corespunde presiunea $\pi = 5{,}25$ ata, verificată astfel :

	y	$P_{147°C}$	$\frac{P}{\pi}$	$X = \frac{Y}{\frac{P}{\pi}}$
MEC	0,579	6,10	1,16	0,499
B	0,34	5,40	1,025	0,332
T	0,081	2,52	0,48	0,169
				1,000

Se stabilește cantitatea de solvent rămasă neevaporată în coloana de înaltă presiune Cl_2 aplicînd relația de vaporizare în echilibru :

$$L = \frac{X_1}{1 + K_1 \frac{100 - L}{L}} + \frac{X_2}{1 + K_2 \frac{100 - L}{L}} + \ldots + \frac{Xi}{1 + K_i \frac{100 - L}{L}},$$

în care :

L este numărul de moli în fază lichidă la echilibru ;
$X_1, X_2 \ldots Xi$ — procente moli în amestecul de alimentare ;

$K_1 = \frac{P_1}{\pi}$; $K_2 = \frac{P_2}{\pi}$; $Ki = \frac{Pi}{\pi}$, constantă de echilibru în cazul valabilității legii lui Raoult.

	kg/h	M	N	X	$P_{180°C}$	$\frac{P}{\pi}$
MEC	59 000	72,06	820	57	12	2,29
B	37 700	78,05	483	33,5	10,09	1,92
T	10 700	92,06	116	8,03	5,1	0,974
Ulei	10 200	480	21,2	1,47	—	—
	117 600		1 440,2	100,00		

$$L = \frac{57}{1 + 2{,}29 \frac{96{,}99}{3{,}01}} + \frac{33{,}5}{1 + 1{,}92 \frac{96{,}99}{3{,}01}} + \frac{8{,}03}{1 + 0{,}974 \frac{96{,}99}{3{,}01}} + 1{,}47$$

$$L = 0{,}762 + 0{,}532 + 0{,}246 + 1{,}47 = 3{,}01$$

Lichidul rămas în coloana Cl_2 în condiții de echilibru este :

				Moli/h	M	kg/h
MEC	1440,2	0,00762	=	11	72,06	790
B	1440,2	0,00532	=	7,64	78,05	600
T	1440,2	0,00246	=	3,6	92,06	330
Ulei	1440,2	0,0147	=	21,2	480	10 200
				43,44		11 920

Scăzînd din solventul inițial solventul rămas în stare lichidă care pleacă din coloana Cl_2 cu uleiul la stripare, se obține solventul ce trebuie să se evapore în coloanele Cl_1 și Cl_2.

MEC	59 000	− 790	= 58 210	kg/h
B	37 700	− 600	= 37 100	kg/h
T	10 700	− 330	= 10 370	kg/h
			105 680	

În schimbătorul S_1 soluția de filtrat se încălzește de la temperatura de 35°C pînă la temperatura de 70°C, așa cum se va vedea în calculul de verificare, deoarece vaporii rezultați în coloana Cl_1 au temperatura de circa 100°C.

În schimbătorul S_2 se face mai întîi calculul pentru încălzirea soluției de filtrat de la 70°C pînă la temperatură de fierbere și apoi pentru evaporarea solventului.

Se calculează încălzirea de la 70°C la temperatura de fierbere admisă de 98°C.

	I_1^{70}	I_1^{98}	$I_1^{98} - I_1^{70}$
MEC	37,8	53,74	15,94
B	29,5	42,46	12,96
T	28,6	41,18	12,58
Ulei	32	46,5	14,5

59 000 · 15,94	=	940 000	kcal/h
37 700 · 12,96	=	485 000	kcal/h
10 700 · 12,58	=	134 000	kcal/h
10 200 · 14,5	=	148 000	kcal/h
		1 707 000	kcal/h

Se stabilește cantitatea de solvent evaporat în coloana Cl_2, inclusiv, refluxul respectiv :

$$a.I_{SV}^{180} + bI_{S1}^{60} = aI_{SV}^{147} + bI_{SV}^{147},$$

în care :

a este solvent evaporat în coloana Cl_2 ;
b — reflux ;
I_{SV}^{180} — entalpia solventului în stare de vapori la temperatura de alimentare în coloana Cl_2, kcal/kg ;
I_{S1}^{60} — entalpia solventului lichid dat ca reflux, kcal/kg ;
I_{SV}^{147} — entalpia vaporilor de solvent la ieșire din coloana Cl_2 la punctul de rouă, kcal/kg.

$$a.\frac{(I_{SV}^{180} - I_{SV}^{147})}{I_{SV}^{147} - I_{S1}^{60}} = b$$

Cantitatea totală de vapori ce ies din coloana Cl_2 va fi a + b. Înlocuind, se obține :

$$a + \frac{a(I_{SV}^{180} - I_{SV}^{147})}{I_{SV}^{147} - I_{SI}^{60}} = a\,\frac{(I_{SV}^{180} - I_{SI}^{60})}{I_{SV}^{147} - I_{SI}^{60}}.$$

$\frac{I_{SV}^{180} - I_{SI}^{60}}{I_{SV}^{147} - I_{SI}^{60}}$ este factorul cu care se multiplică *a*, pentru a obține cantitatea totală de solvent, inclusiv reflux.

Entalpia amestecului se calculează considerînd compoziția solventului la fel cu cea inițială în filtrat :

	I_{SV}^{180}			
MEC	173,7	· 0,55	=	99,5
B	156,5	— 0,35	=	55
T	155,4	— 0,1	=	15,5
		I_{SV}^{180}	=	166,0

	I_{SV}^{147}		I_{SI}^{147}	
MEC	167,2 · 0,55	= 92	82,1 · 0,55	= 45,2
B	146,53 · 0,35	= 51,4	66,27 · 0,35	= 23,2
T	144,4 · 0,1	= 14,4	64,8 · 0,1	= 6,48
	I_{SV}^{147}	= 157,8	I_{SI}^{147}	= 74,88

	I_{SI}^{60}	
MEC	32,2 · 0,55	= 17,7
T	25,1 · 0,35	= 8,75
B	24,3 · 0,1	= 2,43
	I_{SI}^{60}	= 28,88

Cantitatea de solvent ce condensează în S_2 pînă la începutul evaporării solventului din soluția de filtrat, va fi :

$$\frac{1\,707\,000 \cdot 1{,}06}{\dfrac{I_{SV}^{147} - I_{SI}^{147}}{I_{SV}^{180} - I_{SI}^{60}}} = \frac{1\,707\,000 \cdot 1{,}06}{\dfrac{157{,}8 - 74{,}88}{166 - 28{,}88}} = \frac{1\,707\,000 \cdot 1{,}06}{\dfrac{I_{SV}^{147} - I_{SI}^{60}}{157{,}8 - 28{,}88}} = 19\,800 \text{ kg/h}$$

în care :

1,06 este factorul care ține seama de pierderea de căldură în exterior.

Cantitatea de solvont β care evaporă în coloana Cl_1, plus cea echivalentă α care condensează în S_2, va fi :

$$107\,400 - 1\,720 - 19\,800 = 85\,880 \text{ kg/h},$$

în care :

107 400 kg/h este cantitatea totală de solvent ;

1 720 kg/h — solvent lichid care pleacă cu uleiul din coloana Cl_2 la stripare ;

19 800 kg/h — solvent care condendensează în S_2 pentru preîncălzirea soluției de filtrat pînă la temperatura de fierbere.

Cantitatea de solvent care evaporă în Cl_1 se stabilește rezolvînd ecuația :

$$\alpha\,\frac{I_{SV}^{180} - I_{I}^{60}}{I_{SV}^{147} - I_{SI}^{60}}\,(I_{SV}^{147} - I_{SI}^{147}) = \beta\,(I_{SV}^{98} - I_{SI}^{98})\,1{,}06$$

$$\alpha + \beta = 85\,880.$$

	I_{SI}^{98}			I_{SV}^{98}		
MEC	53,74	0,55	= 29,6	156,94	0,55	= 86
B	42,46	0,35	= 14,6	133,52	0,35	= 46,8
T	41,18	0,10	= 4,11	130,58	0,1	= 13,05
		I_{SI}^{98}	= 48,51		I_{SV}^{98}	= 145,85

$$\alpha\ 1{,}07.82{,}92 = \beta\ 97{,}34.1{,}06$$

$$\alpha + \beta = 85{,}880$$

1,06 este un coeficient care ține seama de pierderile de căldură în exterior.

α = 45 880 kg/h condensează în S_2

β = 40 000 kg/h evaporă în coloana Cl_1.

Solvent evaporat în Cl_2.

a = 45 880 + 19 800 = 65 680 kg/h.

Totalul molilor de solvent în soluția de filtrat este de 820 + 483 + 116 = 1 419 kmoli/h.

Greutatea moleculară medie :

$$\frac{107\,400}{1\,419} = 75{,}5 \text{ kg/kmol}$$

Solvent evaporat în Cl_1 :

$$\frac{40\,000}{75{,}5} = 530 \text{ kmoli/h}$$

$$\frac{530.100}{1440{,}2} = 36{,}8\% \text{ kmoli}$$

O presiune minimă este necesară în coloana Cl_1 din cauza căderilor de presiune pe circuitul vaporilor de solvent. Sînt cazuri cînd compoziția solventului nu permite evaporarea în procentul stabilit prin calcul la temperatura admisă și presiunea minimă necesară.

Atunci se fixează presiunea minimă și se determină temperatura la care evaporă procentul de solvent stabilit și se reia calculul de la început.

La exemplul dat, prin încercări succesive se determină presiunea π = 1,64 atm în coloana Cl_1, cunoscînd că s-a luat temperatura de 98°C și procentul evaporat rezultat din calcul de 36,8% moli.

	X	$P_{98°C}$	$\frac{P}{\pi}$	$\frac{X}{1 + K\frac{100-L}{L}}$	X′
MEC	57,0	1,88	1,145	34,21	54,2
B	33,5	1,689	1,028	21,12	33,8
T	8,03	0,71	0,433	6,40	10,1
Ulei	1,47	—	—	1,47	2,32
				63,20	

		lichid			vapori	
		kmoli/h	M	kg/h	kmoli/h	kg/h
MEC	1440,2·0,3421 =	493	72,06	35.600	327	23 400
B	1440,2·0,2112 =	304	78,04	23.700	179	14 000
T	1440,2·0,064 =	92	92,06	8.460	24	2 240
Ulei	1440,2·0,0147 =	21,2	480	10.200	—	—
		910,2		77.960	530	39 640

Se calculează fracţia în greutate a solventului evaporat şi se verifică entalpia luată în calculul preliminar.

$$\text{MEC}\quad \frac{23\,400}{39\,640} = 0{,}59$$

$$\text{B}\quad \frac{14\,000}{39\,640} = 0{,}354$$

$$\text{T}\quad \frac{2\,240}{39\,640} = 0{,}0560$$

	I_{Sl}^{98}	I_{SV}^{98}
MEC	0,59.53,74 = 31,8	0,59.156,94 = 92,5
B	0,354.42,46 = 15,0	0,35.133,52 = 46,7
T	0,056.41,18 = 2,3	0,056.130,58 = 7,3
	48,1	146,5

146,5 — 48,1 = 98,4 kcal/kg.

Entalpia recalculată este de 98,4 kcal/kg, apropiată de cea preliminată de 97,34 kcal/kg.

Se calculează bilanţul de materiale în coloana Cl_2, aplicînd relaţiile de vaporizare în echilibru la condiţiile de lucru cunoscute.

$\pi = 5{,}25$ ata; T = 180°C

	X	P_{180}°C	$\frac{P}{\pi}$	$\frac{X}{1 + K\frac{100-L}{L}}$
MEC	54,2	12	2,29	1,194
B	33,38	10,09	1,92	0,875
T	10,1	5,1	0,97	0,509
Ulei	2,32	—	—	2,32
				4,900

		Lichid		
		kmoli/h	M	kg/h
MEC	910,2·0,01194 =	10,9	72,06	785
B	910,2·0,00875 =	7,95	78,05	620
T	910,2·0,00509 =	4,64	92,06	428
Ulei	910,2·0,0232 =	21,2	480	10 200
		44,69		12 033

Vapori			
kmoli/h	kg/h	fr. gr.	Y
482,1	34 600	0,527	0,557
296,05	23 080	0,351	0,342
87,36	8 030	0,122	0,101
—	—	—	—
865,51	65 710	1,000	1,000

Se verifică entalpia vaporilor :

	I_{SV}^{180}
MEC	173,7 · 0,527 = 91,5
B	156,5 · 0,351 = 54,8
T	155,4 · 0,122 = 19
	I_{SV}^{180} = 165,3

	I_{SV}^{147}	I_{Sl}^{147}
MEC	167,2 · 0,527 = 88	82,1 · 0,527 = 43,1
B	146,53 · 0,351 = 51,4	66,27 · 0,351 = 23,2
T	144,4 · 0,122 = 17,6	64,8 · 0,122 = 7,9
	157,0	74,2

Entalpia recalculată diferă puţin de cea stabilită iniţial şi deci, nu mai este necesar să se refacă calculul.

Calculul este valabil şi pentru temperatura punctului de rouă.

Bilanţul termic

S1

La intrare :

	kg/h	t°C	kcal/kg	kcal/h
MEC	59 000	35	18,5	1 090 000
B	37 700	35	14,3	538 000
T	10 700	35	13,9	150 000
Ulei	10 200	35	16,4	168 000
				1 946 000

La ieşire :

	kg/h	t°C	kcal/kg	kcal/h
MEC	59 000	70	37,8	2 230 000
B	37 700	70	29,5	1 110 000
T	10 700	70	28,6	306 000
Ulei	10 200	70	32	326 000
				3 972 000

3 972 000 — 1 946 000 = 2 026 000 kcal/h

Solventul condensat va fi :

$$\frac{2026\,000}{98{,}4} = 20\,790 \text{ kg/h}$$

40 000 — 20 700 = 19 300 kg/h solvent rămîne în stare de vapori la ieşirea din S 1

S2

La intrare :

	kg/h	t°C	kcal/kg	kcal/h
MEC	59 000	70	37,8	2 230 000
B	37 700	70	29,5	1 110 000
T	10 700	70	28,6	306 000
Ulei	10 200	70	32	326 000
				3 972 000

La ieşire în stare lichidă :

MEC	35 600	98	53,74	1 910 000
B	23 700	98	42,46	1 000 000
T	8 460	98	41,18	270 000
Ulei	10 200	98	46,5	470 000
Vapori				
MEC	23 400	98	156,94	3 690 000
B	14 000	98	133,52	1 870 000
T	2 240	98	130,58	290 000
				9 500 000

9 500 000 — 3 972 000 = 5 528 000 kcal/h

Dimensionarea schimbătorului se face ţinînd seama la stabilirea lui Δtm de curba de condensare a solventului.

Cuptor C_1

La intrare :

	kg/h	t°C	kcal/kg	kcal/h
MEC	35 600	98	53,74	1 910 000
B	23 700	98	42,46	1 000 000
T	8 460	98	41,18	270 000
Ulei	10 200	98	46,5	470 000
				3 650 000

La ieşire :
Lichid

MEC	785	180	103,7	81 000
B	620	180	83,7	51 000
T	428	180	82,4	35 000
Ulei	10 200	180	86	880 000
Vapori				
MEC	34 600	180	173,7	6 000 000
B	23 080	180	156,5	3 600 000
T	8 032	180	155,4	1 240 000
				11 887 500

Căldura absorbită de produs în cuptor va fi :

11 887 500 — 3 650 000 = 8 237 500 kcal/h.

Coloana Cl_2

La intrare :

— Lichid	kg/h	t°C	kcal/kg	kcal/h
MEC	785	180	103,7	81 000
B	620	180	83,7	51 000
T	428	180	82,4	35 000
Ulei	10 200	180	86	880 000
Reflux	b	60	28,88	b.28,88
— Vapori				
MEC	34 600	180	173,7	6 000 000
B	23 080	180	156,5	3 600 000
T	8 032	180	155,4	1 240 000
		TOTAL		11 887 000+b.28,88

Căldura cedată de vaporii de solvent în schimbătorul S2

La intrare :

Vapori	kg/h	t°C	kcal/kg	kcal/h
MEC	34 600	147	167,2	5 770 000
B	23 080	147	146,53	3 380 000
T	8 032	147	144,4	1 160 000
Reflux	4 150	147	157,0	655 000
				10 965 000

La ieşire :
lichid

MEC	34 600	144	80,1	2 780 000
B	23 080	144	64,74	1 490 000
T	8 032	144	63,3	508 000
reflux	4 150	144	73	310 000
				5 088 000

10 965 000 — 5 088 000 = 5 877 000 kcal/h

5 877 000 — 5 528 000 = 349 000 kcal /h

$$\frac{349\,000\,100}{5\,528\,000} = 6\,3\,\%\ \text{pierderi}$$

Prin aplicarea relaţiilor de vaporizare în echilibru în condiţii adiabatice se calculează cantitatea de solvent în stare de vapori la intrarea în coloana de stripare, iar pentru eliminarea completă a solventului se folosesc re-

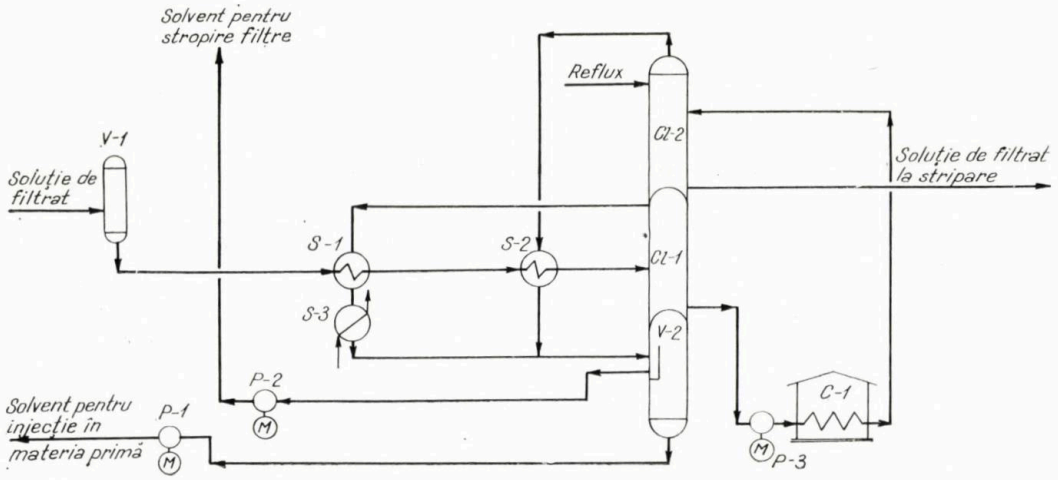


Fig. 1. Schema de recuperare în trepte a solventului la instalaţia de deparafinare cu MEC.

La ieşire :

Vîrf				
MEC	34 600	147	167,2	5 770 000
B	23 080	147	146,53	3 380 000
T	8 032	147	144,4	1 160 000
Reflux	b	147	157,0	b.157,0
Bază				
MEC	785	180	103,7	81 000
B	620	180	83,7	51 000
T	428	180	82,4	35 000
Ulei	10 200	180	86	880 000
				11 357 000 + b.157,0

11 887 000 + b. 28,88 = 11 357 000 + b. 157

b = 4 150 kg /h. reflux

laţiile pentru stripare. Metoda este simplă şi permite stabilirea exactă, într-un timp relativ scurt, a bilanţului de materiale şi termic necesar la dimensionarea utilajelor.

Metoda este utilă în calculele de proiectare şi este recomandată pentru dimensionarea instalaţiilor de deparafinare cu MEC, cînd se foloseşte sistemul de recuperare prevăzut în figura 1.

BIBLIOGRAFIE

1. *** În : Petroleum Refiner **29**, 1950, nr. 3, mart., p. 146.
2. *** În : Chem. Eng. **57**, 1960, nr. 3 mart., p. 94, 170.
3. *** În : Oil and Gas J., **45**, 1947, nr. 42, p. 137.
4. *** În : Hidrocarbon Processing, sept. 1968, 47, nr. 9.p. 187.
5. *** C u p t o r, I. În : Petrol şi gaze, **22**, nr. 8, 1971, p. 483.

Determinarea puterii de decolorare la pămînturi decolorante

M. Turcu

Metoda pentru determinarea puterii de decolorare a pămînturilor decolorante, prevăzută în STAS 1932—69, prezintă, următoarele deficienţe :

— În cazul în care pămîntul decolorant are o putere de decolorare sub 100 %, pentru a se ajunge la acelaşi efect cu al pămîntului-etalon trebuie să se folosească o cantitate mult mai mare de pămînt decît este diferenţa pînă la 100 %, ceea ce indică lipsa de corelaţie între cantitatea de pămînt prescrisă şi cea real folosită, pentru a obţine anumite efecte de decolorare.

— Neconcordanţă între cantitatea de pămînt folosită industrial, pentru a obţine acelaşi efect de decolorare cu pămîntul decolorant-etalon folosit în problema de laborator.

— Faptul că în formula de calcul al puterii de decolorare în procente $\frac{En - Ep}{En - Ee} \cdot 100$, se introduce valoarea *En*, coeficientul de extincţie al uleiului acid, care are valori mult mai mari decît *Ee*, coeficientul de extincţie al uleiului decolorat cu pămînt-etalon şi *Ep*, coeficientul de extincţie al uleiului decolorat cu pămîntul de analizat, face să se obţină şi în cazul valorilor relativ diferite ale lui *Ee* şi *Ep* cifre în jurul lui 100 pentru puterea de decolorare (*PD*). Cum chiar condiţia de calitate prevăzută în STAS 1932—69 este de minimum 96 %, se înţelege că se admite implicit să se livreze loturi de pămînturi decolorante depărtate mult de calitatea pămîntului-etalon.

Pentru evitarea deficienţelor de mai sus autorul a elaborat o metodă care constă, principial, în stabilirea cantităţii de pămînt decolorant de cercetat pentru a ajunge la acelaşi efect de decolorare cu o cantitate anumită de pămînt decolorant etalon, puterea de decolorare, exprimată în procente, fiind raportul dintre cantitatea de pămînt-etalon şi pămînt de cercetat.

$$PD\ \% = \frac{A}{B} \cdot 100,$$

în care : *A* este cantitatea de pămînt-etalon ;
B — cantitatea de pămînt de cercetat.

Determinarea constă în efectuarea concomitentă a unei decolorări cu o anumită cantitate de pămînt-etalon şi trei decolorări cu cantităţi diferite de pămînt de cercetat. Cu ajutorul diagramei modulului de extincţie, în funcţie de cantitatea de pămînt de cercetat, se determină cantitatea de pămînt de cercetat, care are acelaşi efect de decolorare cu cantitatea anumită de pămînt etalon.

Exemplu :

Efectuîndu-se trei probe concomitente la proba nr. 6 cu 3 %, 4 % şi 5 % pămînt decolorant de cercetat, s-au obţinut următoarele valori ale coeficienţilor de extincţie ; 1,82, 1,46 şi 1,08. La o probă cu 4 % pămînt decolorant-etalon valoarea coeficientului de extincţie a fost de 1,32. Se înscriu valorile coeficienţilor de extincţie ale pămîntului de cercetat pe o diagramă (fig. 1), iar cu valoarea de 1,32 a etalonului (4 %) se determină pe diagramă cantitatea de pămînt de cercetat (4,35 %) care are acelaşi efect de decolorare cu 4 % etalon.

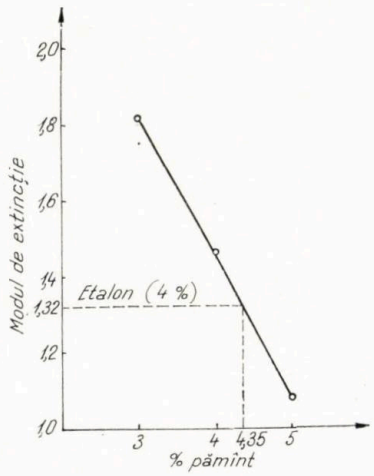


Fig. 1

Bineînţeles valoarea puterii de decolorare va fi :

$$\%\ PD = \frac{4 \times 100}{4{,}35} = 91{,}95\ \%.$$

În cele ce urmează se dă un tabel comparativ cu determinările efectuate, folosind metoda din STAS 1932—69 şi cea propusă de autor.

Nr. crt.	*PD*, % STAS 1932—69	*PD* % metoda propusă
1	73,8	47
2	87	54
3	91,2	72,3
4	81,8	74
5	88,6	80,8
6	95,6	91,9
7	99,4	98,7
8	103,9	111,7
9	110,2	142,8

Se observă, aşa cum şi teoretic era de aşteptat, că valorile obţinute pe baza metodei actuale tind, în general, către 100 %, deci nu este aptă să pună în evidenţă diferenţele reale dintre puterile de decolorare ale loturilor de pămînturi, aşa cum sînt situaţii la recepţie sau ajung după depozitări îndelungate.

Metoda propusă pune în evidenţă calitatea reală a pămînturilor decolorante în privinţa parametrului cel mai important : puterea de decolorare.

Creşterea eficienţei utilizării gazelor naturale prin sisteme denumite „Energie totală"

M. Bălan

Pentru sporirea eficienţei termice, a economicităţii şi a rentabilităţii utilizării gazelor naturale în instalaţiile industriale sau în complexele civile, precum şi pentru a contribui substanţial la conservarea potenţialului resurselor naturale de gaze, s-au conceput sistemele denumite „Energie totală".

Scopul unui sistem de „Energie totală" este de a asigura în totalitate şi continuu necesarul de energie electrică şi termică al unui mare combinat industrial sau al unei grupări sociale — alcătuită din cvartale de locuinţe, birouri, magazine etc. — care are posibilitatea de alimentare cu gaze naturale la presiunea de 10—12 atm.

Prin sistemul propus se pot realiza eficienţe termice de circa 85 %, în comparaţie cu randamentul convenţional brut al centralelor electrice de termoficare echipate cu turbine de abur cu supraîncălzire intermediară, care este de maximum 38—40 %.

Eficienţa sporită nu constituie singurul avantaj în reducerea costului energiei; de fapt principalul avantaj constă, aşa după cum s-a arătat mai sus, în conservarea preţioaselor resurse de gaze naturale ale ţării noastre. În plus, acest sistem poate funcţiona de sine stătător, iar lumina, căldura, frigul şi puterea electrică sînt produse în întregime cu combustibil gazos.

Singurele necesităţi externe ale instalaţiei sînt gazul natural şi apa, fără nici o altă legătură exterioară de putere.

Funcţionarea tuturor utilajelor dintr-o instalaţie denumită convenţional „Energie totală" necesită o presiune a gazului de maximum 12 kgf/cm², fapt ce-i permite instalarea în orice punct al sistemului de conducte magistrale sau în vecinătatea cîmpurilor de gaze cu declin avansat, dar cu rezerve însemnate, fără debuşeu sau al căror transport la distanţă ar reclama cheltuieli neeconomicoase legate de comprimarea şi de recomprimarea intermediară. Evident, în ultima situaţie combustibilul ar fi asigurat o perioadă îndelungată de timp.

În esenţă, sistemul respectiv constă dintr-o serie de agregate, recipiente şi utilaje care, interconectate, produc, numai prin arderea gazului şi recuperarea căldurii evacuate, energie electrică, abur, apă caldă, apă rece şi aer condiţionat.

Un sistem de „Energie totală" este alcătuit în principal, din următoarele elemente :

1. turbogeneratoare cu abur de 2 500 kWh;
2. turbine cu gaze de 1 100—5 000 C.P., care antrenează generatoare de curent avînd puteri unitare de 750—3 500 kW;
3. grupuri electrogene de siguranţă cu puteri individuale de 400—1 000 kW;
4. cazane pentru apă caldă avînd drept combustibil gaze naturale;
5. economizoare, recuperatoare şi schimbătoare de căldură;
6. evaporatoare şi boilere care produc apă caldă prin recuperarea căldurii din gazele evacuate de turbinele cu gaze;
7. turbocompresoare pentru instalaţia de răcire;
8. instalaţia pentru reglarea şi măsurarea cantităţilor de gaze naturale consumate;
9. tablourile centrale de supraveghere — — control — comandă.

Dispunerea agregatelor împreună cu fluxul tehnologic poate fi urmărită pe schema din figura 1.

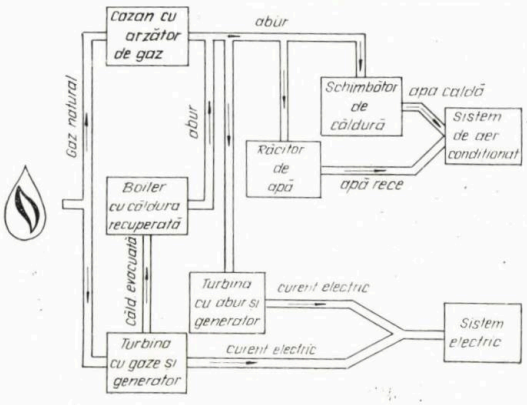


Fig. 1.

Ansamblul agregatului tehnologic împreună cu sistemele de automatizare sînt astfel concepute, încît să asigure alimentarea permanentă cu curent electric şi cu căldură la nivelul necesităţilor.

Se insistă asupra faptului că acest aranjament al instalaţiei poate fi întrebuinţat în cadrul unei game largi de obiective industriale şi civile, ca, de exemplu: combinate, uzine avînd profiluri de fabricaţie diferite, unităţi de producţie izolate, localităţi rurale sau urbane,

sere, clădiri social-administrative, sanatorii, complexe balneare etc.

Utilajele componente ale sistemului se produc în majoritatea pe plan intern, singurele excepţii fiind turbinele şi motoarele cu gaze care antrenează generatoarele de curent alternativ.

Experienţa altor ţări a demonstrat însă că turbinele folosite în aviaţie pot fi transformate cu succes în maşini de forţă statice, care, adaptate la consumul de combustibil gazos, pot antrena generatoare de curent. Motoarele cu gaze au fost larg utilizate în diferite domenii industriale din ţara noastră, iar acum se studiază reintroducerea lor în uzul curent, pornindu-se de la motoarele termice din familia LDH-28.

În cele ce urmează se va descrie succint o instalaţie de „Energie totală" întrebuinţată de un complex cu caracter social-administrativ avînd o suprafaţă locuibilă de 82 000 m², împreună cu un centru comercial, garaje pentru 850 de autovehicule, ateliere SERVICE, tunele de legătură şi alte anexe.

Iniţial sînt montate trei turbine cu gaze de 1 100 C.P. putere individuală, care antrenează cîte un generator de 750 kW, care produc o parte din electricitatea folosită în întregul complex.

Schema funcţională este prezentată în figura 2.

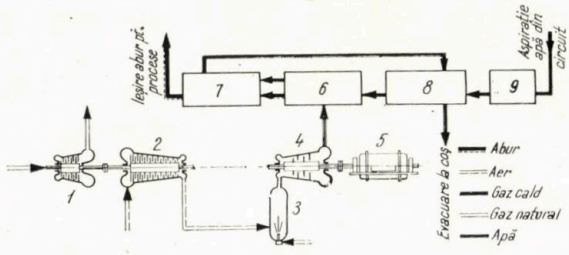


Fig. 2.

Elementele constituente ale sistemului de producere a curentului electric cu turbinele de gaze, recuperarea căldurii şi producerea aburului sînt :

1. turbină de expansie (turbostarter) ;
2. compresor axial multietajat pentru aerul de combustie ;
3. camere de ardere ;
4. turbină de putere ;
5. generator de curent alternativ ;
6. recuperator de căldură -evaporator ;
7. supraîncălzitor de abur ;
8. economizor ;
9. staţie de pompe pentru apă industrială.

Turbina cu gaze este de tip monobloc, cu un singur ax şi ciclu semiînchis.

— Gazele calde evacuate de turbină la 450—470°C sînt conduse printr-o tubulatură corespunzătoare la un recuperator de căldură cu rol de evaporator, iar apoi într-un supraîncălzitor şi de aici în economizor, de unde sînt în sfîrşit refulate la coş. Sistemul este capabil să producă circa 11 500 kg abur/oră. Această conservare a căldurii evacuate contribuie pretutindeni la o înaltă eficienţă a întregului sistem energetic.

— Patru grupuri electrogene de rezervă antrenate de motoare cu gaze avînd puterea unitară de 800 kWh pornesc automat, în funcţie de necesităţi, la scăderea tensiunii provocate de declanşarea unei turbine cu gaze sau a unui turbogenerator. În acest mod se asigură în orice moment curentul electric necesar funcţionării utilităţilor şi iluminatului.

— Două cazane încălzite direct cu gaz natural produc peste 132 000 kg abur supraîncălzit/oră. Aburul produs de aceste cazane împreună cu cel obţinut în partea de recuperare a căldurii evacuate de turbinele cu gaze formează agentul de lucru pentru majoritatea componenţilor instalaţiei.

— Două turbine de abur antrenează tot atîtea generatoare de 3 000 kW. Curentul electric produs de aceste generatoare completează şi satisface puterea total instalată.

— Alte două turbine cu abur de puteri superioare pun în funcţiune compresoare centrifugale pentru răcirea apei, capacitatea de refrigerare a fiecăreia fiind de 1 250 t. Aproape 250 m³ apă/min la o temperatură de 4,5—5°C, sînt recirculaţi prin sistemul de aer condiţionat al clădirilor. Ciclul de răcire şi de circulaţie este continuu.

— În final căldura cedată de vapori este utilizată la încălzirea a circa 670 m³ apă/min, care apoi este introdusă în sistemul de încălzire a clădirilor.

— Aburul de evacuare este condensat, iar apoi reintrodus în sistemul de alimentare cu apă a boilerelor şi a cazanelor.

— Reglarea şi măsurarea gazului combustibil se fac după o soluţie clasică, iar capacitatea instalaţiei este de 0,35—1,3 mil.m³/24 ore.

Toată instalaţia se poate monta subteran sau în subsolul uneia dintre clădiri, iar partea de comandă la mezaninul aceleiaşi construcţii.

Desigur că, în funcţie de condiţiile locale şi de posibilităţile de achiziţionare a utilajelor, sistemul poate fi adaptat sau parţial modificat, corespunzător necesităţilor însă asigurînd şi menţinînd o eficienţă maximă.

În cele ce urmează se vor descrie succint alte două variante de aplicare a metodei principial prezentate.

Primul caz se referă la un grup de comprimare sau de pompare, unde maşina de forţă este o turbină cu gaze a cărei căldură este recuperată atît pentru preîncălzirea aerului de combustie care conduce la creşterea randamentului turbocompresorului cu 7—8 %, cît şi pentru producerea aburului destinat antrenării unui

turbogenerator. Elementele şi fluxurile instalaţiei sînt înfăţişate în figura 3.

Acolo unde nevoia de energie electrică este majoră, iar procurarea şi costul gazelor naturale sînt convenabile, se poate aplica instalaţia simplificată din figura 4 (semnificaţia reperelor este aceeaşi ca în figura 3).

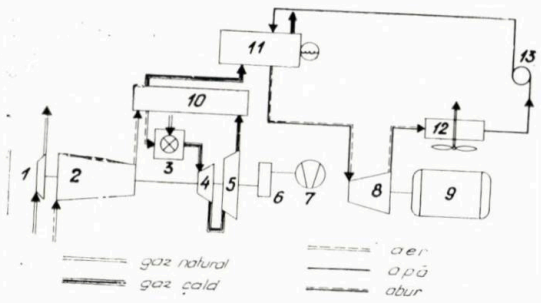


Fig. 3 :

1 — turbină de demaraj ; *2* — compresor axial de aer ; *3* — cameră de combustie ; *4* — turbină auxiliară de înaltă presiune ; *5* — turbină de putere utilă ; *6* — multiplicator de turaţii ; *7* — compresor centrifugal (pompă) ; *8* — turbină de abur ; *9* — generator de curent ; *10* — recuperator de căldură ; *11* — generator de abur ; 12 — condensator de abur ; *13* — pompe de alimentare cu apă.

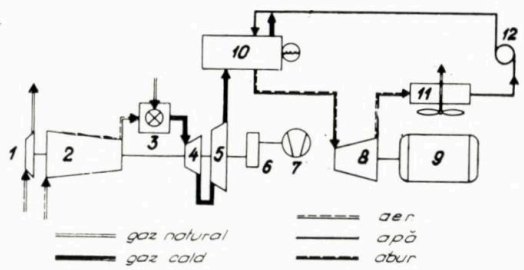


Fig. 4.

Se poate remarca uşor faptul că aici s-a renunţat la partea de recuperare a căldurii pentru preîncălzirea aerului de combustie al turbinei cu gaze.

Bineînţeles că în ambele situaţii se va prepara concomitent şi apa caldă sau aburul de joasă presiune destinate alimentării instalaţiilor de încălzire centrală ale obiectivului (staţie de compresoare sau pompare cu utilităţile şi anexele respective).

Schimbarea sistemelor convenţionale de producere a energiei a fost posibilă, datorită perfecţionării şi introducerii pe scară largă a agregatelor moderne de tipul turbinelor cu gaze, al turbinelor cu abur de mare randament şi al motoarelor cu combustie internă pe gaze.

Datorită rentabilităţii deosebite a acestui sistem simplu şi compact, experţii prevăd la sfîrşitul anului 1975 existenţa în exploatare a circa 175 000 instalaţii de „Energie totală", în care se va produce aproximativ 8—10 % din totalul puterii consumate pe plan mondial.

REALIZĂRI DIN INDUSTRIE

Perfecţionări de procese tehnologice la Rafinăria—Brazi

În cadrul procesului de producţie al Rafinăriei—Brazi, unde se prelucrează peste un sfert din producţia de ţiţei a României, au fost efectuate o serie de perfecţionări menite să contribuie la valorificarea superioară a ţiţeiului. Printre altele, a fost generalizat sistemul automat de alimentare cu materie primă a instalaţiilor, ceea ce a avut ca efect micşorarea cu aproape 90 % a pierderilor de ţiţei. Importante îmbunătăţiri tehnice au intervenit şi în domeniul proceselor de fabricaţie a hidrocarburilor aromatice şi al procedeului de hidrofinare a uleiurilor minerale. Ca urmare a acestor perfecţionări tehnice, valoarea produselor obţinute dintr-o tonă de ţiţei prelucrat a sporit în 1971 cu 20 % faţă de anul 1970.

Noua instalaţie de investiţie şi foraj

La uzina „1 Mai" din Ploieşti a fost realizată recent o nouă instalaţie de intervenţie şi foraj. Cu ajutorul ei, petroliştii vor putea executa intervenţia la sondele de mare adîncime sau vor putea fora sonde pînă la adîncimea de 2 000 m. Dubla ei utilizare şi elementele de tehnică nouă pe care le conţine o fac foarte căutată de beneficiari.

Tot la această uzină au fost asimilate 15 tipodimensiuni de sape de foraj cu performanţe superioare, care sînt folosite la toate formaţiunile geologice.

Creşterea eficienţei economice în prelucrarea ţiţeiului

Colectivul Rafinăriei—Dărmăneşti a fost antrenat în acest an într-o acţiune susţinută de îmbunătăţire calitativă a producţiei, de creştere a eficienţei economice.

Pe această cale au fost folosite raţional instalaţiile de prelucrare, s-a manifestat grijă pentru optimizarea proceselor de producţie şi a tehnologiilor de fabricaţie. Sînt de evidenţiat în acest sens preocupările pentru soluţionarea problemei reducerii consumului tehnologic cu 400 t, pentru studiul privind neutralizarea motorinelor ş.a.

Sporurile obţinute în 11 luni din anul 1971 la producţia globală reprezintă 4 milioane lei.

În aceeaşi perioadă, ca urmare a preocupărilor pentru utilizarea optimă a timpului de lucru şi a reducerii cheltuielilor materiale de producţie, preocupări care au avut ca obiectiv principal creşterea eficienţei, productivitatea muncii a înregistrat un spor de 2 %, iar valoarea economiilor se ridică la peste 3 milioane lei. De asemenea, valorificînd o cantitate de ţiţei mai mare cu 9 700 t faţă de cea prevăzută, colectivul rafinăriei a realizat un plus faţă de sarcini de 6 540 t produse albe şi alte importante sortimente.

Contribuţii la studiul, cercetarea şi realizarea unui echipament de protecţie impermeabil şi termoizolant pentru industria petrolului

M. Mareş

În urma studiilor şi cercetărilor efectuate, la schela de extracţie Suplacu de Barcău se aplică metoda de exploatare a zăcămîntului prin metode termice [2, 3], care constă din crearea şi menţinerea unui front mobil de ardere în orizontul productiv, concomitent cu injecţie de abur supraîncălzit. Metodele termice au fost aplicate în mod experimental pe suprafeţe restrînse [2], iar în urma rezultatelor favorabile obţinute în timpul experimentărilor s-a trecut la aplicarea industrială a exploatării zăcămîntului prin metode termice.

În timpul exploatării zăcămîntului de la Suplacu de Barcău prin metode termice, au apărut unele fenomene care nu au putut fi prevăzute iniţial, fenomene ce au un efect negativ în ceea ce priveşte normele de tehnica securităţii şi protecţia muncii, datorită apariţiei la suprafaţă, în concentraţii periculoase, a oxidului şi bioxidului de carbon, care rezultă din procesul de ardere subterană, precum şi datorită temperaturii ridicate a fluidelor extrase şi a echipamentului de suprafaţă montat la sondele de reacţie şi injecţie.

Datorită faptului că muncitorii care lucrează în sectorul unde se aplică procesul de exploatare a zăcămîntului prin metode termice sînt obligaţi să manevreze instalaţiile de suprafaţă care au o temperatură, în multe cazuri mai mare de 150°C, şi cum sînt perioade cînd trebuie să se lucreze şi prin jeturi de ţiţei şi gaze cu temperaturi ridicate, a fost necesar să se studieze şi să se realizeze un echipament de protecţie impermeabil şi termoizolant rezistent în contact cu ţiţeiul, comod la purtare şi care în final să asigure o protecţie sigură a operatorului la executarea operaţiilor de intervenţii la sonde în cazuri de avarii.

Analizînd literatura tehnică de specialitate, rezultă că s-au confecţionat numeroase tipuri de echipament de protecţie pentru mîini, picioare, corp şi cap, avînd o construcţie în funcţie de destinaţia lor, dar un echipament de protecţie pentru muncitorii care lucrează la schelele petroliere, corespunzător condiţiilor existente la exploatarea sondelor de la Suplacu de Barcău nu s-a realizat pînă în prezent.

I. Stabilirea materialelor necesare confecţionării echipamentului de protecţie pentru intervenţii

În vederea stabilirii materialelor necesare confecţionării unui echipament de protecţie impermeabil şi termoizolant util pentru industria petrolieră, s-au efectuat numeroase studii, cercetări şi probe de laborator.

A. *Stabilirea materialelor necesare confecţionării echipamentului de protecţie pentru mîini*

În urma analizei a o serie de materiale posibile de utilizat la confecţionarea echipamentului de protecţie pentru mîini şi ţinînd seama de realizările obţinute în acest domeniu pe plan mondial, s-au ales pentru studiu şi probe de laborator, următoarele materiale : toval din piei bovine (STAS 2040/63), piele pentru mingi sport (STAS 2597/56), piele din bovine canate (STAS 4900/66), şpalt pentru căptuşeli (STAS 4674/59), meşină din cabaline (STAS 835/68), PVC pe tricot textil, diverse ţesături textile cauciucate şi diverse neţesuturi.

Verificînd în laborator unii parametri fizico-mecanici ai pieilor alese pentru studiu, s-a constatat că acestea nu corespund cu prevederile din diferite norme sau standarde, din care cauză a fost necesar să se efectueze numeroase determinări în laborator în vederea cunoaşterii cît mai exacte a acestor parametri.

Pentru determinarea sarcinii totale de rupere la tracţiune, s-a utilizat un număr de 45 de epruvete din piele (cîte 9 din fiecare fel de piele), iar sarcina unitară de rupere (P_r) la tracţiune (unitate convenţională necesară pentru comparaţie) a epruvetelor s-a calculat după relaţia :

$$P_r = P/\delta_m, \text{ kgf/mm} \qquad (1)$$

în care :

P_r este sarcina totală de rupere la tracţiunea epruvetei kgf ;

δ_m — grosimea medie a epruvetei mm.

Rezultatele obţinute sînt reprezentate grafic în figura 1.

Calculîndu-se media generală a sarcinilor unitare medii de rupere la tracţiune pentru toate lăţimile se obţin valorile redate în tabela 1.

Din compararea valorilor redate în tabela 1 se observă că epruvetele din şpalt pentru căp-

tuşeli, din piele pentru mingi de sport şi din piele de bovine canate prezintă cele mai mari sarcini unitare de rupere la tracţiune şi sensibil apropiate.

Pentru o mai completă comparaţie, s-a calculat efortul unitar de rupere la tracţiune a epruvetelor după relaţia:

$$\sigma_r = P_r/A, \text{ kgf/cm}^2 \qquad (2)$$

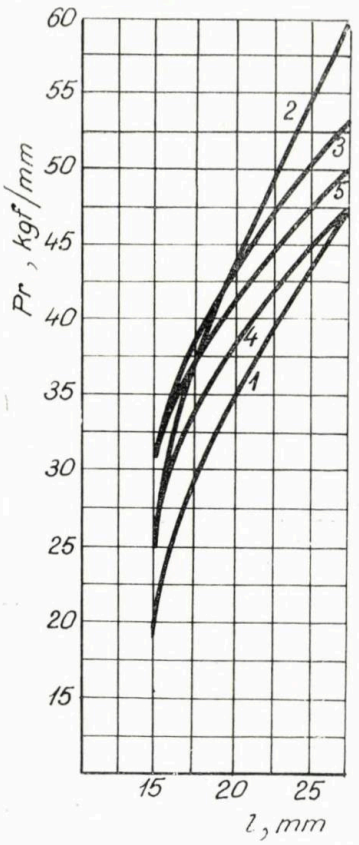


Fig. 1. Variaţia sarcinii unitare de rupere la tracţiune (P_r) în funcţie de lăţimea (l) epruvetei pentru toval din piei bovine (curba *1*), piele pentru mingi sport (curba *2*), şpalt pentru căptuşeli (curba *3*), meşină din cabaline (curba *4*) şi piele din bovine canate (curba *5*).

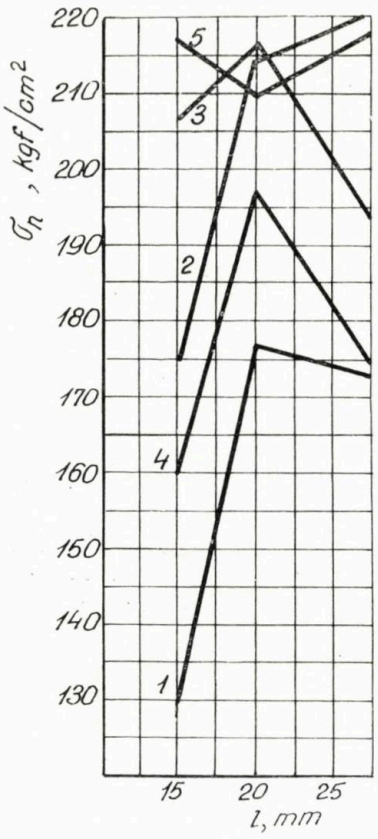


Fig. 2. Variaţia eforturilor unitare de rupere (σ_r) în funcţie de lăţimea (l) epruvetei pentru toval din piei bovine (curba *1*), piele pentru mingi sport (curba *2*), şpalt pentru căptuşeli (curba *3*) meşină cabaline (curba *4*) şi pentru piele din bovine canate (curba *5*).

Media generală a eforturilor unitare medii de rupere la tracţiune pentru toate lăţimile de epruvete este redată în tabela 2.

Din tabela 2 se observă că epruvetele din piele de bovine canate sînt cele mai rezistente.

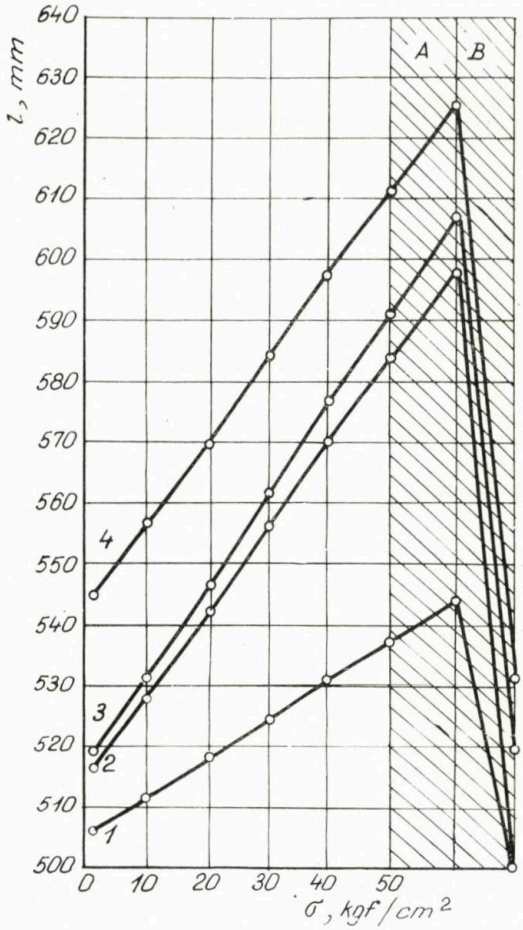


Fig. 3. Variaţia alungirii totale (l, mm) în funcţie de efortul unitar (kgf/cm²) pentru epruvetele de toval din piele bovine (curba *1*), piele pentru mingi sport (curba *2*) meşină cabaline (curba *3*) şi din piele bovine canate (curba *4*). *A* — sectorul de variaţie a alungirii totale a epruvetelor sub un efort unitar de 50 kgf/cm² şi *B* — sectorul de variaţie a alungirii epruvetelor după 4 ore şi încetarea efortului la tracţiune.

TABELA 1

Sarcinile medii de rupere a epruvetelor la tracţiune

Denumirea materialului	Sarcina unitară de rupere la tracţiune, kgf/mm
Toval din piei de bovine	32,9
Piele pentru mingi de sport	41,5
Spalt pentru căptuşeli	41,6
Meşină din cabaline	36,2
Piele din bovine canate	40,2

TABELA 2

Media generală a eforturilor unitare medii la rupere la tracţiune

Denumirea materialului	Efortul unitar general mediu de rupere la tracţiune, kgf/cm²
Toval din piei de bovine	160,0
Piele pentru mingi de sport	203,0
Şpalt pentru căptuşeli	208,0
Meşină cabaline	180,0
Piele de bovine canate	213,5

în care A este secţiunea calculată a epruvetei, cm².

Valorile calculate pentru efortul de rupere la tracţiune sînt redate grafic în figura 2.

Pentru determinarea alungirii relative s-a utilizat, de asemenea, un număr de 45 de epruvete, iar rezultatele înregistrate au fost redate în graficul din figura 3.

Alungirea relativă (L_r) la un efort unitar dat se determină după relaţia :

$$L_r = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \cdot 100, \ \% \qquad (3)$$

în care :

L_0 este lungimea iniţială a epruvetei (înainte de a aplica o forţă de tracţiune), mm ;

L_1 — lungimea epruvetei în momentul în care forţa de tracţiune a atins valoarea corespunzătoare efortului unitar dat, mm.

Prin calcularea alungirilor relative după relaţia (3) rezultă că pielea de bovine canate este superioară, deoarece permite alungiri maxime la aceleaşi eforturi unitare de tracţiune date.

În continuare s-a determinat rezistenţa la sfîşiere pentru cele cinci feluri de piei şi s-a calculat rezistenţa specifică (σ_{sf}) a epruvetelor după relaţia :

$$\sigma_{sf} = P_{sf}/\delta_m, \ \text{kgf/cm} \qquad (4)$$

în care :

P_{sf} este sarcina la tracţiune la care s-a produs sfîşierea, kgf.

Media rezistenţelor specifice la sfîşiere sînt reprezentate grafic în histograma din figura 4,

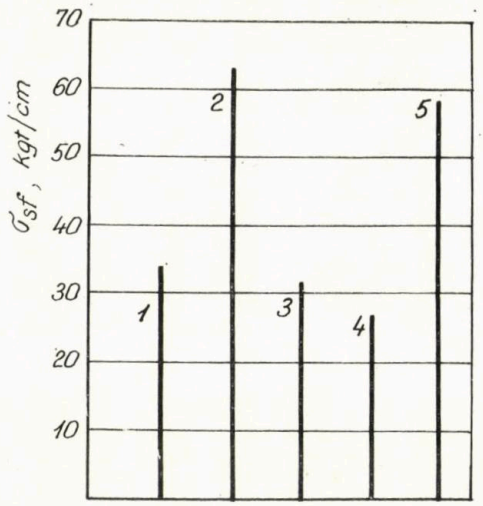


Fig. 4. Histograma rezistenţei specifice la sfîşiere (σ_{sf}) pentru toval din piei de bovine (curba *1*), piei mingi sport (curba *2*), şpalt pentru căptuşeli (curba *3*), meşină cabaline (*4*) şi piei bovine canate (*5*).

TABELA 3

Rezistenţa la uzură a epruvetelor

Denumirea materialului	Grosimea medie a epruvetelor, mm	Numărul de rotaţii la care s-a produs uzura	
		total	pe mm
Toval din piei de bovine	1,47	9 820	6 680
Piele pentru mingi de sport	1,36	2 270	1 575
Şpalt pentru căptuşeli	1,77	1 460	826
Meşină de cabaline	1,21	1 900	1 570
Piei de bovine canate	1,51	3 090	2 050

de unde se observă că rezistenţa la sfîşiere maximă o prezintă epruvetele din piele pentru mingi de sport.

Rezistenţa la uzură a epruvetelor este redată în tabela 3 şi reprezentată grafic în figura 5,

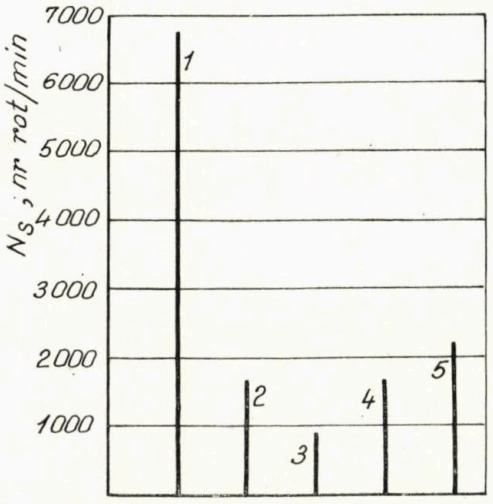


Fig. 5. Histograma numărului de rotaţii specific la care s-a produs uzura pentru epruvetele din toval din piele bovine (*1*), piele pentru mingi sport (*2*), şpalt pentru căptuşeli (*3*), meşină din cabaline (*4*) şi pentru piele din bovine canate (*5*).

de unde rezultă că epruvetele de toval din piei de bovine sînt cele mai bune.

Pentru comparaţie a fost necesar să se calculeze numărul de rotaţii specific la care s-a produs uzura, după relaţia :

$$N_s = N/\delta_m, \ \text{rot/mm}, \qquad (5)$$

în care N_s este numărul de rotaţii la care s-a produs uzura epruvetei. Valorile calculate după relaţia (5) sînt redate în tabela 3.

Permeabilitatea la ţiţei fierbinte pentru pieile analizate a fost determinată pe cîte trei epruvete din fiecare fel de piele, iar rezultatele sînt reprezentate grafic în histograma din figura 6, de unde se observă că cea mai redusă permeabilitate la ţiţei o prezintă epruvetele din piele de bovine canate, deşi, nici acestea nu prezintă o permeabilitate admisă pentru echipamentul de protecţie ce urmează să fie confecţionat, deoarece trebuie să fie în procent de 100 % impermeabil, chiar după un timp îndelungat de utilizare.

Timp de 150 ore a fost urmărită şi analizată o serie de epruvete imersate în ţiţei pentru determinarea absorbţiei de ţiţei, iar după efectuarea măsurătorilor s-a calculat valorile indicilor specifici de comparaţie redaţi în histogramele din figurile 7, 8 şi 9, iar valorile indicilor specifici de absorbţie în figurile 10 şi 11.

Analizînd graficele redate în figurile 7—11 este uşor de observat că rezultatele cele mai bune le prezintă epruvetele confecţionate din piele de bovine canate şi cele din toval din piele bovine.

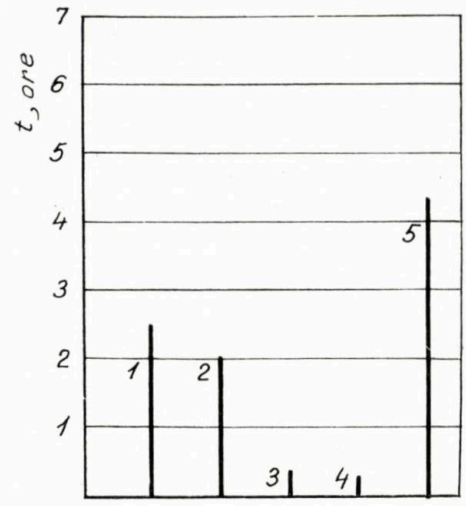


Fig. 6. Histograma timpului de apariţie a picăturilor de ţiţei pentru epruvetele din toval din piele bovine (*1*) piele pentru mingi sport (*2*), şpalt pentru căptuşeli (*3*), meşină din cabaline (*4*) şi din piele de bovine canate (*5*).

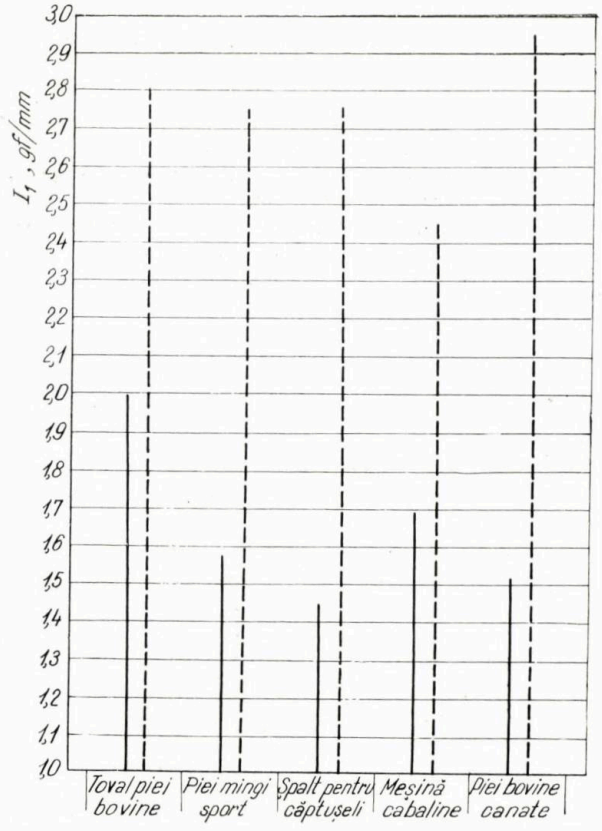


Fig. 7. Histograma indicelui de comparaţie iniţial şi final mediu pentru diferite epruvete din piele exprimat în gf. epruvetă/mm grosime de epruvetă :
——— I_1 (iniţial mediu); - - - - I_1 (final mediu).

Temperaturile medii de contracţie sînt reprezentate grafic în figura 12, de unde se observă că epruvetele din piele de bovine canate prezintă temperatura medie de contracţie cea mai ridicată, fiind în acelaşi timp şi cea mai indicată pentru utilizare.

Pentru ca echipamentul de protecţie pentru mîini să prezinte o rezistenţă sporită la uzură, pe partea sa palmară s-a prevăzut un strat din piele de bovine canate aşezate cu partea căr-

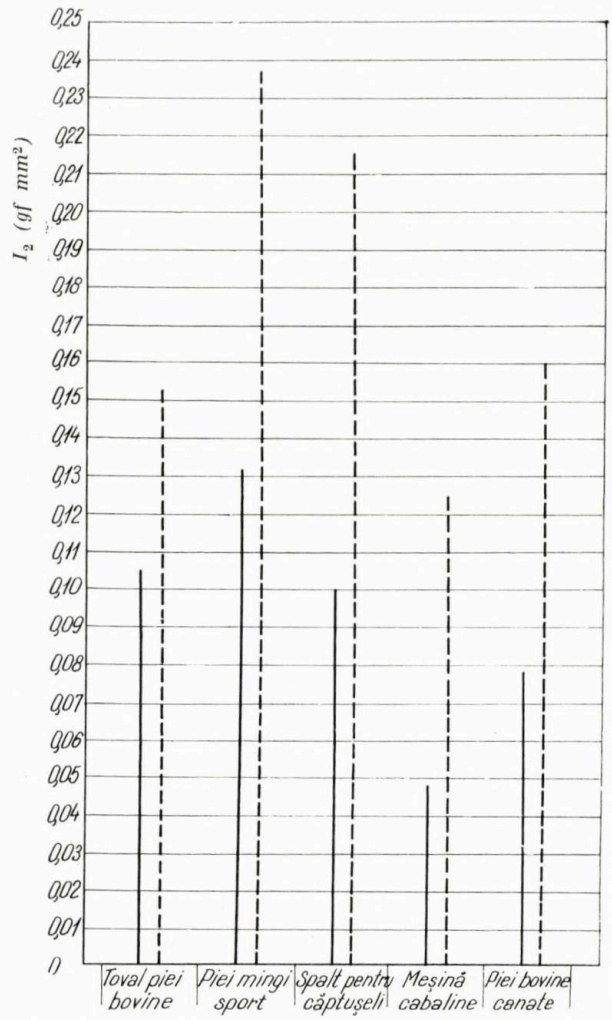


Fig. 8. Histograma indicelui de comparaţie iniţial şi final mediu pentru diferite epruvete din piele, exprimat în gf epruvetă/cm² suprafaţă de epruvetă :
——— I_2 (iniţial mediu); - - - - I_2 (final mediu).

noasă spre exterior, deoarece această faţă are o rezistenţă cu circa 30—50 % mai mare în comparaţie cu faţa acestei piei.

Cunoscîndu-se că pielea de bovine canate este permeabilă la ţiţei s-a studiat şi realizat posibilitatea impermeabilităţii acestei piei, prin

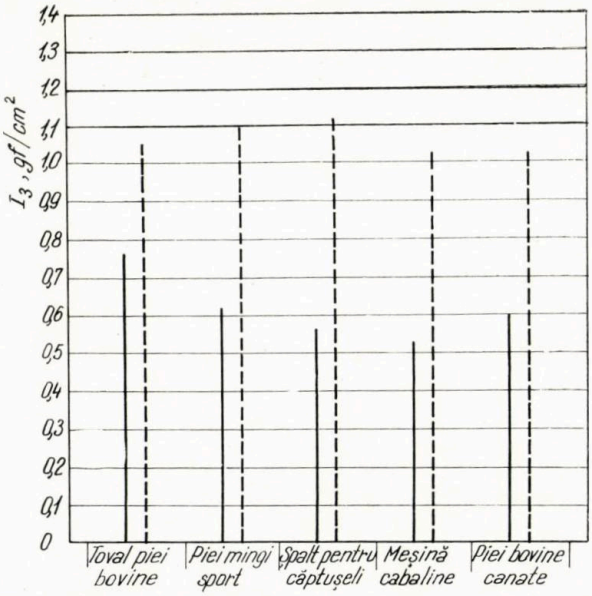


Fig. 9. Histograma indicelui de comparație inițial și final mediu pentru diferite epruvete din piele, exprimat în gf epruvetă/cm³ volum epruvetă :
——— I_3 (inițial mediu) ; – – – – I_3 (final mediu).

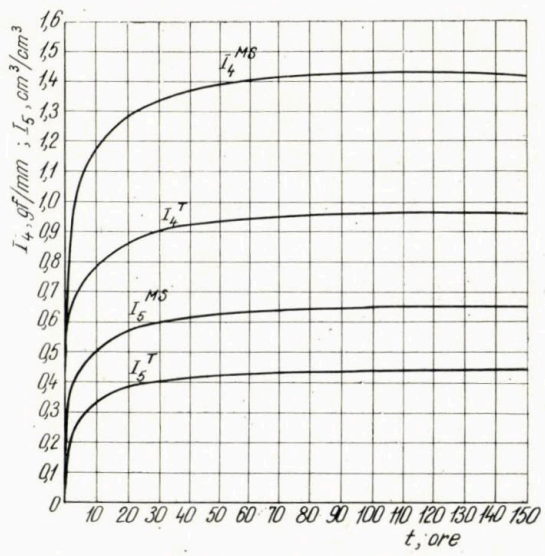


Fig. 10. Variația indicelui de absorbție final pentru toval din piei bovine (I_4^T), pentru piei mingi sport (I_4^{MS}) exprimat în gf țiței absorbit de epruvetă/mm grosime de epruvetă și variația indicelui de absorbție final pentru toval din piei bovine (I_5^T), pentru piei mingi sport (I_3^{MS}) exprimat în cm³ țiței adsorbit de epruvetă/cm³ volum de epruvetă.

așternerea pe fața ei a unei pelicule rezultată din următorul amestec :

— adeziv pe bază de perclorură de vinil	60—70 %
— prenadez SB	18—22 %
— dioctilftalat	12—15 %
— diluant format din :	
acetonă	60 %
benzen	40 %

Stratul adăugat rezistă pînă la o temperatură de circa 150 — 170°C pentru un timp îndelungat și pentru perioade mai scurte rezistă pînă la temperaturi de 250—300°C.

Ținînd seama de condițiile care trebuie să le îndeplinească echipamentul de protecție pentru mîini, acesta trebuie să fie și termoizolant, în care scop s-au studiat numeroase combinații menite să asigure termoizolarea acestui echi-

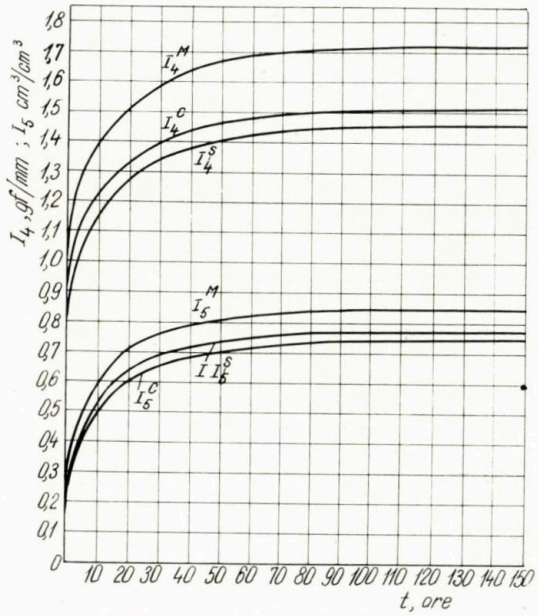


Fig. 11. Variația indicelui de absorbție final pentru șpalt căptușeli (I_4^S), pentru meșină din cabaline (I_4^M), pentru piei de bovine canate pentru protecție (I_4^C) exprimat în gf țiței absorbit de epruvetă și variația indicelui de absorbție pentru șpalt căptușeli (I_5^S), pentru meșină cabaline (I_5^M) și pentru piei de bovine canate pentru protecție (I_5^C) exprimat în cm³ țiței de epruvetă/cm³ volum de epruvetă.

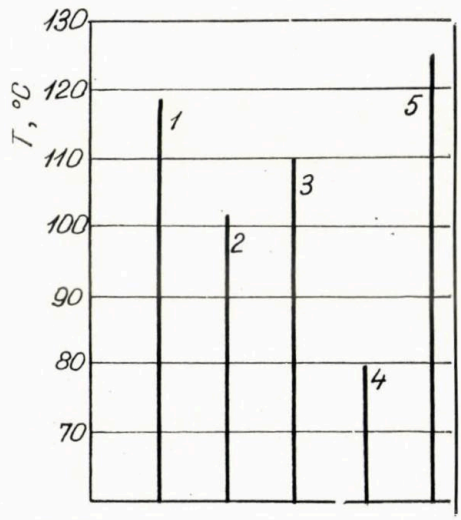
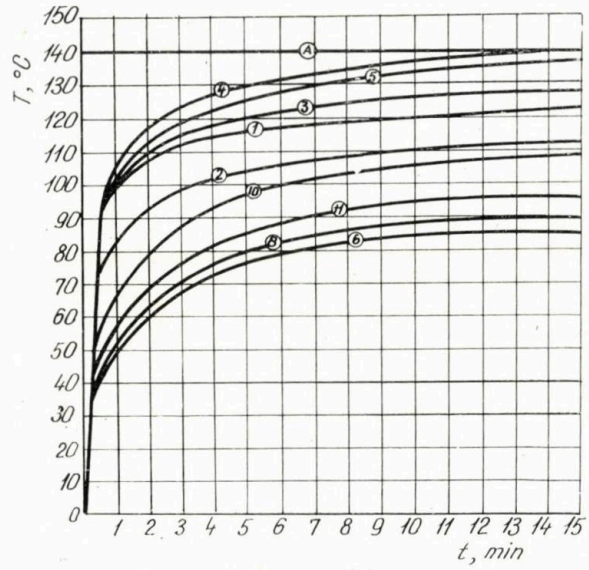
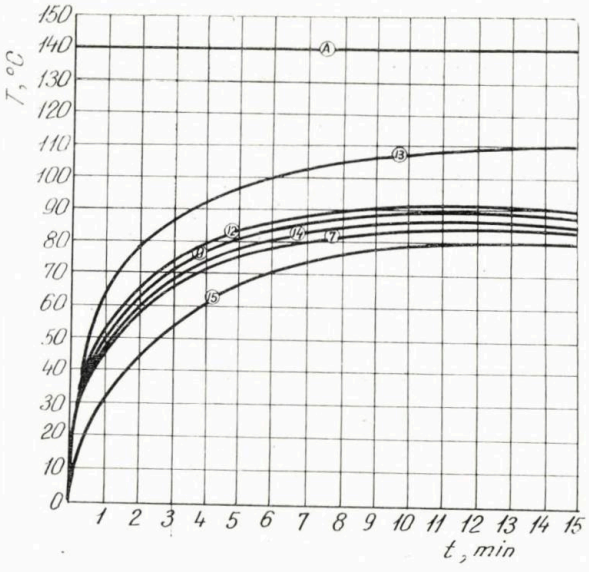


Fig. 12. Histograma temperaturilor de contracție pentru epruvetele din toval din piele bovine (*1*), din piele pentru mingi sport (*2*), din șpalt pentru căptușeli (*3*), din meșină de cabaline (*4*), și din piele de bovine canate (*5*).

pament de protecţie dintre care un număr de 15 au prezentat importanţă pentru care s-a înregistrat variaţia temperaturii la suprafaţa acestora timp de 15 minute începînd cu momentul punerii combinaţiei pe o placă care a avut o temperatură constantă de 140°C. Rezultatele obţinute sînt reprezentate grafic în figura 13 şi 13 *b*.



a)



b)

Fig. 13. Variaţia temperaturii în funcţie de timp la partea superioară a celor 15 combinaţii de materiale: *a*. Variaţia temperaturii în funcţie de timp la partea superioară a combinaţiilor 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10 şi 11; b. Variaţia temperaturii în funcţie de timp la partea superioară a combinaţiilor 7, 9, 12, 13, 14 şi 15; *A* — Variaţia temperaturii plăcii de bază.

Analizînd creşterea temperaturii în funcţie de timp la partea superioară a celor 15 combinaţii, se observă că în varianta a 15-a creşterea temperaturii este mai lentă, din care cauză această combinaţie a fost considerată pentru confecţionarea echipamentului de protecţie pentru mîini.

În concluzie , faţă de rezultatele obţinute ca urmare a experienţelor de laborator, echipamentul de protecţie pentru mîini va fi format din : o plasă de sîrmă uşor mulabilă fixată pe partea palmară a mănuşii, apoi un strat exterior din piele de bovine canate impermeabilizat, cu partea cărnoasă spre exterior (tot pe partea palmară a mănuşii), iar partea dorsală a mănuşii şi manşeta se va confecţiona din PVC pe tricot textil, urmînd la interior un strat din cauciuc cu inserţie, trei straturi cu neţesut pentru căptuşeli încălţăminte şi o dublură din finet flauşat pe o singură parte.

În ceea ce priveşte formatul echipamentului de protecţie pentru mîini s-a ajuns la concluzia că formatul optim este cel cu un singur deget.

B. *Stabilirea materialelor necesare confecţionării echipamentului de protecţie pentru corp*

Materialul din care urmează să fie confecţionată partea exterioară a echipamentului de protecţie pentru corp trebuie să aibă o rezistenţă superioară la rupere şi sfîşiere, greutatea unitară să fie cît mai mică şi să permită impermeabilizarea acesteia prin cauciucare. Corespunzător acestor condiţii s-a ales pînza de avion.

În vederea impermeabilizării pînzei de avion s-a hotărît ca pe una din feţele pînzei să se aplice o peliculă dintr-un amestec de cauciuc rezistent în contact cu ţiţeiul fierbinte.

În vederea asigurării termoizolării echipamentului de protecţie pentru corp, s-a ales pentru studiu în principal următoarele materiale : inserţia tip bumbac, art. 33 şi art. 14, neţesut tip molino art. 1512 şi art. 1520, suport izolaţie hidrofugă, material pentru pături Mirela, ţesături inlet, postav tip loden, poliuretan expandat pe tricot, poliuretan expandat, latex buretos, finet şi PVC pe suport textil. Cu aceste materiale s-au făcut diverse variante de combinaţii de materiale care au fost cercetate, iar transmiterea de căldură de la generatorul de căldură prin diverse combinaţii de materiale a fost urmărită timp de 90 min, iar rezultatele obţinute prin cele şase variante sînt reprezentate grafic în figura 14, observîndu-se că varianta „*C*" prezintă cele mai bune rezultate.

C. *Alegerea materialelor necesare confecţionării echipamentului de protecţie pentru cap, faţă, gît şi căile respiratorii*

În urma unor probe de laborator şi ţinînd seama de normele de tehnica securităţii şi protecţia muncii s-a hotărît ca pentru protecţia capului să se utilizeze o cască de protecţie din

textolit tip *A* de care se prinde prin intermediul unui sistem adecvat echipamentului de protecție pentru față, gît și căile respiratorii. Casca din textolit va fi prevăzută la exterior cu o dublură din pînză de avion cauciucată, iar la interior cu un dispozitiv pentru amortizarea șocurilor și fixarea pe cap. De marginea borului căștii se va fixa borul de protecție contra jeturilor verticale, iar printr-o bridă circulară pe sub bor se va fixa echipamentul de protecție

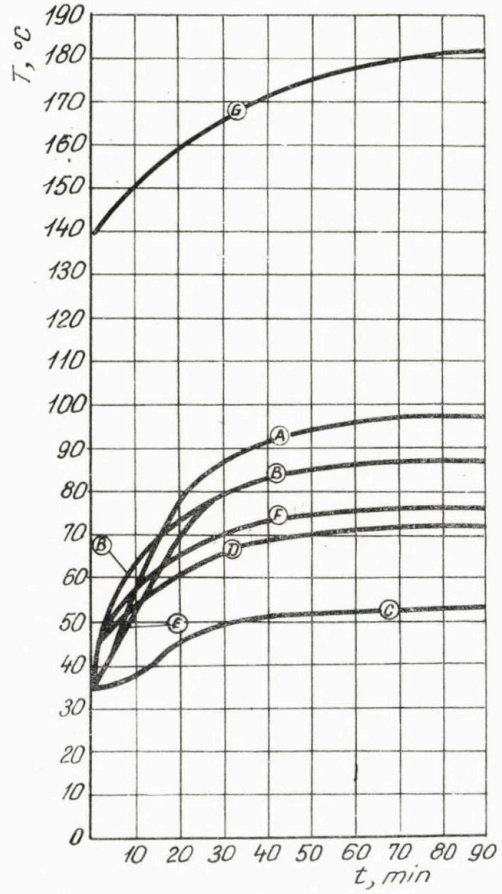


Fig. 14. Variația transmiterii temperaturii de la generatorul de căldură prin combinațiile de materiale în variantele *A*, *B*, *C*, *D*, *E* și *F* studiate în vederea asigurării termoizolării echipamentului pentru corp; *G* — variația temperaturii plăcii de bază.

pentru față, gît și căile respiratorii, sub formă de semicagulă cu un vizor care are un mare cîmp de vizibilitate.

Echipamentul de protecție pentru față, gît și căile respiratorii este prevăzut cu alimentare cu aer comprimat, iar la partea din față s-a mai prevăzut un sistem etanș în care va fi admis aerul pentru inspirat din aparatul autonom cu aer comprimat. Admiterea aerului necesar pentru respirație se face la nivelul tîmplelor și a părții frontale. Realizarea protecției gîtului se face prin înfășurarea acestuia cu o îmbrăcăminte care are la exterior pînză de avion cauciucată sub forma unui burduf simplu care etanșează cu ecranul (vizorul) și casca. Partea sa inferioară este comună cu un pieptar care se sprijină pe umeri, iar prelungirile acestuia acoperă pieptul purtătorului, și partea din spate acoperă aparatul individual cu aer comprimat.

Întreg sistemul pentru protecția capului, feței, gîtului și a căilor respiratorii este impermeabil și termoizolant.

D. *Alegerea materialelor necesare confecționării echipamentului de protecție pentru picioare*

În vederea alegerii materialelor necesare pentru confecționarea echipamentului de protecție pentru picioare, s-au analizat în laborator un număr de peste 15 rețete pentru prepararea amestecului de cauciuc necesar confecționării

Fig. 15. Operator echipat complet pentru executarea unei operații de intervenții la sonde.

echipamentului de protecție pentru picioare, care să fie rezistent în contact cu produsele petroliere.

În figura 15 se arată un operator echipat complet pentru executarea unei operații de intervenții la sonde.

II. Condiţii tehnice şi de întreţinere a echipamentului de protecţie pentru intervenţii la sonde

Echipamentul de protecţie realizat ca urmare a cercetării efectuate, poate fi utilizat în următoarele condiţii :

— temperatura maximă a jetului de fluide care cad pe operator, pentru o perioadă de 30—45 min, 200°C ;

— temperatura maximă a jetului de fluide care cad pe operator, dar pentru scurtă durată (1—4 min,) 250—300°C.

Natura fluidelor la care rezistă partea exterioară a acestui echipament : ţiţei, apă, aburi, gaze de sondă, gaze nocive rezultate din procesul de ardere subterană şi noroi de foraj.

După efectuarea unei operaţii de intervenţii în condiţiile arătate anterior, operatorul va fi obligat la efectuarea unui repaus complet de circa două ore, iar în continuare nu va avea voie să lucreze în procesul de producţie o perioadă de circa 16—24 ore.

În timpul executării operaţiilor de intervenţii este necesară prezenţa la locul de muncă a unei persoane competente pentru supravegherea operatorului sau a operaţiilor pentru a interveni imediat dacă este cazul, avînd în acest scop o pregătire privind acordarea primului ajutor.

Operatorii vor fi şcolarizaţi şi autorizaţi pentru purtarea şi manipularea aparatelor cu aer comprimat individuale (autonome).

În cazul utilizării echipamentului de protecţie în perioada rece a anului, îmbrăcarea şi dezbrăcarea lui se va face într-o încăpere încălzită. După utilizare, echipamentul de protecţie, respectiv combinezonul, mănuşile, cagula şi cizmele vor fi spălate cu benzină şi apoi cu apă fierbinte în care se va adăuga un detergent. După fiecare utilizare se va controla cu multă atenţie starea întregului echipament de protecţie, pentru a se putea constata eventualele rupturi, crăpături sau alte deteriorări. Acest control se va face şi înainte de echiparea operatorului în vederea executării operaţiilor de intervenţii.

Este interzisă cu desăvîrşire îmbrăcarea unui operator cu un astfel de echipament care prezintă vreo defecţiune.

Se va acorda o atenţie deosebită acoperirii aparatului cu aer comprimat cu îmbrăcămintea termoizolantă confecţionată special în acest scop. Este interzisă intrarea operatorului sub jetul de fluide fierbinţi cu aparatul de aer comprimat neprotejat împotriva temperaturii.

Echipamentul de protecţie realizat se va păstra în camere sau magazii la temperatura ambiantă, departe de orice sursă de căldură şi la adăpost de razele solare.

Acest echipament de protecţie va fi scos din uz integral sau parţial (după caz) atunci cînd prezintă o deteriorare de orice natură (rupturi, crăpături, uzură avansată etc.), sau dacă se observă o îmbătrînire a stratului de cauciuc (gonflări, fisuri, deslipirea cauciucului de suportul textil etc.).

III. Concluzii generale

În urma studiilor, cercetărilor şi probelor de laborator care s-au efectuat în cadrul Institutului de cercetări ştiinţifice pentru protecţia muncii, s-a realizat un echipament de protecţie impermeabil şi termoizolant pentru industria petrolieră necesar echipelor care execută operaţii de intervenţii, reparaţii şi întreţinere la sondele situate pe un zăcămînt unde se aplică procesul de exploatare prin combustie subterană şi injecţie de abur.

Echipamentul de protecţie pentru intervenţii realizat este alimentat cu aer comprimat necesar purtătorului, din aparate individuale purtate de operator sau de la distanţă prin intermediul unor conducte de aducţiune.

Timpul de şedere al operatorului sub jetul de fluide cu temperatura de circa 200°C este de 45 min, timp care este limitat de capacitatea aparatului individual cu aer comprimat, iar în cazul aducţiei de aer de la distanţă, perioada de lucru al operatorului în condiţiile menţionate poate fi dublă sau chiar mai mare, în funcţie de capacitatea de muncă a acestuia.

Echipamentul de protecţie realizat se compune din următoarele părţi :

— combinezonul (partea exterioară a echipamentului de protecţie pentru corp) confecţionat din pînză de avion cauciucată pe o singură parte după o receptură care-l face rezistent şi impermeabil în contact cu ţiţeiul cu gazele de sondă, cu gazele cu nocivitate ridicată rezultate din procesul de combustie subterană, aburi supraîncălziţi şi noroi de foraj ;

— haina şi pantalonii termoizolanţi (partea interioară a echipamentului de protecţie pentru corp) confecţionaţi din materiale termoizolante (latex buretos, poliuretan pe tricot textil etc.), care asigură termoizolarea echipamentului de protecţie pentru corp ;

— mănuşi impermeabile şi termoizolante, confecţionate din materiale rezistente la temperatură, putînd fi utilizate în orice condiţii de la sonde ;

— cizme pentru protecţia picioarelor, realizate după o receptură de cauciuc rezistent în contact cu produsele petroliere ;

— echipament pentru protecţia capului, feţei, gîtului şi căilor respiratorii, sub formă de cagulă, compus dintr-o cască din textolit tip *A*, o vizieră cu un cîmp mare de vizibilitate, o glugă termoizolantă care protejează gîtul şi o prelungire pe piept şi alta pe spate care asigură termoizolarea aparatului cu aer comprimat şi anexele lui care sînt fixate pe purtător, precum şi protejarea acestora contra stropilor cu fluide ;

— aparatul cu aer comprimat individual și anexele sale care sînt fixate pe purtător.

În urma studiilor și cercetărilor efectuate, și ca urmare a rezultatelor obținute, întregul echipament de protecție a fost realizat din materiale indigene, nefiind necesare materiale din import, la un preț de circa 1500—2000 lei/buc. exclusiv aparatul cu aer comprimat.

Echipamentul de protecție realizat a fost experimentat în laborator, cît și în condiții de schelă, obținîndu-se rezultate foarte bune la toate probele efectuate în condiții de lucru foarte grele.

După modul cum este realizat echipamentul de protecție, acesta poate fi utilizat la orice operații de intervenții grele la sonde (în caz de erupții sau alte accidente tehnice grave, dar fără foc).

În vederea utilizării în condiții optime a echipamentului de protecție pentru intervenții, este necesar ca beneficiarii să stabilească un grup de operatori destinați pentru efectuarea operațiilor de intervenții care să fie școlarizați și autorizați pentru manipularea aparatelor cu aer comprimat și purtare a echipamentului de protecție care sînt alimentate cu aer din aparate autonome sau de la distanță.

BIBLIOGRAFIE

1. * * * Studiul exploatării petrolului prin combustie subterană la schela de extracție Suplacu de Barcău temă elaborată de I.C.F.E., Cîmpina, 1968.
2. * * * Instalație pentru colectarea oxidului de carbon la Schela de extracție Suplacu de Barcău, S.T.E. și P.E., I.P.F.E., Ploiești, 1968.
3. Gr. Ioachim. Extracția petrolului și a gazelor ed. II-a, Ed. tehnică, București, 1965.
4. Urah, L.C. În : Petroleum production engineering, New York, 1953.
5. Mareș. M. Accidente tehnice și dificultăți la sondele de producție. Cauze, prevenire, combatere, Ed. tehnică București, 1970.
6. Mareș, M. În : Revista Industria Ușoară nr. 6, 1971. p. 260.
7. Mareș, M. În : Revista Industria Ușoară nr. 10, 1971.
8. Mareș, M. și Curelici, P. În : Revista Industria Ușoară nr. 11, București , 1971.
9. * * * Catalog al echipamentului de protecție, editat de Ed. Tehnică, București, 1969, elaborat de Ministerul Muncii—Institutul de cercetări științifice pentru protecția muncii.
10. * * * Cataloage sau prospecte comerciale ale firmelor : Reinhardt, Hoffmann—Berlin, Auer-Berlin, Narth—Paris, Ets Vandeputte-Franța, Comasec-Paris, Harris-Liége. Antifiamma-Italia, Sjögrena Skuddsvante, Oloftrön-Suedia, Vévé-Liége, Safety-Paris, Meyl-R.F.G., Little engineering UND—Londra.
11. Les repertoires de l'institut national de sécurité. Protection individuelle (protection des pieds).
12. * * * Caiet selectiv pentru protecția muncii, editat de Institutul central de documentare tehnică, București seriile 1960—1969.
13. * * * Revista pentru protecția muncii, editată de CNIT,, seriile 1960—1969.
14. * * * Oil gas J. S.U.A., seriile 1960—1969.
15. * * * World oil, S.U.A., seriile 1960—1969.
16. * * * Revue de l'institut française du pétrole, Paris, seriile 1960—1969.
17. * * * Nefteanoe hozeaistvo, U.R.S.S., seriile 1960—1969.
18. * * * Nefteanik, U.R.S.S., seriile 1960—1969.
19. * * * Accélérateurs de vulcanisation Laboratoire de Recherches et de Controle du caoutchouc, Paris, 1965.
20. Gates, G.F. Rameg, H.S. În : Oil gaz J. **62**, nr. 28, iul. 1968, p. 72.
21. Szasz K. S. În : World Oil, aug., 1961.
22. * * * Norme departamentale pentru protecția muncii la foraj-extracție, București 1969.
23. * * * Echipament de protecție pentru echipele de intervenții, reparații și întreținere la sondele în combustie subterană și injecție de abur la schela de extracție Suplacu de Barcău. Tema MIP (I) — 2, I.C.S.P.M., București, 1971.

CRONICĂ

Obținerea petrolului lampant. Primele „fabrici de gaz"

C. Boncu

Cunoscut cu multe secole înainte de era noastră, petrolul a fost utilizat în stare brută în construcții arhitectonice, navale, în transporturi și în medicină, de către popoarele Orientului antic [1] fiind tot atît de cunoscut și în Europa acelor vremi [2].

Pe teritoriul patriei noastre, prezența petrolului este semnalată în secolul al II-lea în timp ce Dacia se afla sub stăpînirea romanilor. În săpăturile arheologice efectuate în Oltenia, în Dobrogea și, în ultimii ani, în Muntenia (județul Prahova) [3, 4], s-au găsit urme de bitum care atestă că populația dacoromană a continuat să utilizeze acest produs al subsolului și în secolele care au urmat, după retragerea stăpînirii romane din nordul Dunării. Nu este exclus ca „focul grecesc", folosit de bizantini împotriva flotei arabe care a încercat la începutul secolului al VIII-lea să cucerească Constantinopolul, să fi fost produs cu ajutorul păcurii, substanță cu proprietăți incendiare și în mediul acvatic, salvînd Europa de invazia poporului arab. Faptul că arabii au dezlănțuit atacul asupra Constantinopolului după ce cuceriseră teritoriile bizantine din nordul Africii și mare parte din Asia Mică [5], presupune că bizantinii, nemaiavînd posibilitatea să obțină „bitumul babilonic" aflat în regiunile cucerite de arabi, au folosit pentru incendierea corăbiilor acestora păcura de proveniență europeană. Regiunea bogată în asemenea zăcăminte, de unde bizantinii puteau procura substanța folosită în lupta lor pe mare, se afla în nordul Dunării, unde mărturiile arheologice semnalează utilizarea petrolului secole în șir, inclusiv în perioada în care Bizanțul se afla în mare primejdie. În sprijinul acestei afirmații există și mărturii scrise, care, deși sînt mai tardive decît evenimentul la care ne referim, prezintă totuși interes. Într-un studiu apărut la sfîrșitul secolului al XVII-lea, printre alte precizări referitoare la petrol, se face și o clasificare a lui după locul de extracție. Faptul că în clasificarea făcută în această lucrare apare, alături de bitumul babilonic, cunoscut din antichitate, și bitumul valahic dovedește că și acest produs avea o vechime de întrebuințare tot așa de mare, că provenea din Valahia — vechea denumire a Țării Românești — și că prin folosirea lui îndelungată reușise a se impune în Europa. Dacă la toate acestea adăugăm și faptul că Valahia era singura regiune bogată în zăcăminte petrolifere din vecinătatea Imperiului bizantin și că imperiul a întreținut relații economice cu daco-romanii din nordul Dunării și după retragerea stăpînirii romane, se poate presupune că bizantinii au utilizat petrolul în stare brută în lupta navală împotriva arabilor. Aprecierile referitoare la bitumul valahic indică locul de frunte ocupat de Țara Românească la sfîrșitul acestui secol în privința extracției și a calității petrolului. Calitățile atribuite petrolului românesc (consistență fluidă, culoare gălbuie și miros specific), superioare celui babilonic, și faptul că la sfîrșitul secolului al XVII-lea era utilizat pentru iluminat demonstrează că societatea feudală de la sfîrșitul acestui secol era preocupată de prelucrarea și extinderea utilizării lui.

Tot în secolul al XVII-lea — 3 octombrie 1685 — episcopul Prisren, Francisc Semirovich, menționează că în apropiere de orașul Tîrgoviște se afla o substanță neagră din care se lucrau lumînări, care ardeau asemenea celor de ceară [6]. Informații sumare asupra prelucrării și utilizării petrolului în Țara Românească dau și călătorii străini care au vizitat țara în ultimele decenii ale secolului al XVIII-lea. Bauer F.G., general al armatelor ruse în țările române și Carra Jean , preceptor al copiilor domnului Gr. Al. Ghica [8], remarcă la Telega două „fabrici de gudron". Desigur că în ultimele două decenii ale acestui secol nu se poate admite existența unei fabrici de prelucrare a țițeiului. Aceleași informații sînt date și de alt călător, Sulzer. El menționează că în regiunea Cîmpina localnicii „prelucrau" țițeiul, eliminînd apa pe care o conținea [9].

Preocupări în legătură cu prelucrarea țițeiului s-au repelat în măsura în care s-au intensificat relațiile de schimb, începînd din a doua jumătate a secolului al XVIII-lea. Pentru a răspunde unor noi utilizări, țițeiul a fost supus arderii în gropi de pămînt, obținîndu-se prin eliminarea unor compuși o materie cu o fluiditate mai redusă. Către sfîrșitul secolului, acest mod de prelucrare s-a efectuat în vase metalice închise, care, încălzite la foc, produceau evaporarea anumitor componenți, obținîndu-se o materie mai consistentă, cu o valoare de întrebuințare mai mare decît lubrifiantul obținut prin metode rudimentare [10]. Utilizarea lui la iluminarea curților domnești din Țara Românească [11] și răspîndirea masalalelor la curțile boierești, dar mai ales iluminarea în 1802 a orașului Genua cu petrol brut [10] au constituit îndemnuri pentru obținerea unui produs de mai bună calitate. În anul 1822 frații Dubinin reușesc să distileze țițeiul într-un mod cu totul rudimentar, iar Abraham Schreiner din Galiția distilează între 1825—1830 țiței într-un cazan și obține aceleași rezultate [12]. Prelucrarea țițeiului continuă, ideea iluminării se extinde, rezultatele nu sînt încă cele așteptate, produsul obținut prezenta încă multă imperfecțiune. Utilizarea petrolului cît mai eficace a constituit o preocupare permanentă și în țările române. La 5/17 august 1838, Ion Cîmpineanu, proprietar a numeroase zăcăminte și puțuri în schela Cîmpina, în corespondența adresată către Nicolae Crețulescu și Ion Ghica, aflați la Paris, solicită instrucțiuni cu privire la sistemul de pavare a străzilor din Paris cu gudron — relata el — pentru că rețeta publicată în ziarele pariziene fusese experimentată în țară dar nu reușise, deși folosise oameni pricepuți, meșteșugari. Îl interesa dacă aceste trotuare rezistau circulației vehiculelor, dacă nu erau prea costisitoare și dacă la asfaltarea lor se întrebuința gudronul extras din arbori sau păcură. Bitumului folosit i se atribuia însușirea de a fi elastic și se întreba dacă inventatorul era Colonceau. Deosebit interes manifesta Ion Cîmpineanu în ceea ce privește utilizarea petrolului la iluminat. Din presă aflase că un punct din Londra era iluminat cu petrol distilat și-l interesa ce specie de gudron se folosise și ce procedee se întrebuințaseră pentru obținerea lui [13].

Dezlegarea acestor probleme ridicate de utilizarea petrolului la iluminatul orașelor și asfaltarea străzilor este rezolvată în anul următor, cînd Ion Cîmpineanu întreprinde o călătorie la Londra. La 13/25 octombrie 1839, el scrie lui I. Ghica : « .. Am văzut lămpile cele cu huilă de petrol. Sînt de minune... dar petrolul utilizat producea fum și cu toate că lampa este făcută — — mărturisea el — „cu chipu dă să stinge feștila în bec..." Dialogurile scrise organizate între reprezentanții burgheziei române din metropolele țărilor apusene scot în relief faptul că prelucrarea petrolului la începutul secolului al XIX-lea interesa industria acestor țări, că în Franța se realizase asfaltul, utilizat astăzi în circulația rutieră, iar în Londra se cunoștea principiul obținerii petrolului rafinat și modalitatea de utilizare a lui la iluminat, desigur — așa cum reiese din corespondență — cu imperfecțiuni. Asemenea preocupări existaseră — după cum s-a văzut — și la Viena, în Galiția și în Rusia, dar într-un stadiu mai puțin avansat. Oricum, în secolul al XIX-lea se fac eforturi ca lumina produsă de păcură utilizată pentru incendierea corăbiilor arabe să fie utilizată la iluminare ; este secolul în care se fac eforturi pentru prelucrarea lui, cu obiectiv ime-

diat, iluminarea. Concomitent cu țările amintite, asemenea încercări s-au făcut și în țările române. Problemele ridicate în corespondența lui Cimpineanu, insistența cu care acesta urmărește să obțină informații cît mai ample și urgente cu privire la utilizarea petrolului, promisiunea că o documentare în acest sens va fi răsplătită material, dar, mai ales, călătoria făcută de el însuși la Londra [13] sînt mărturii pozitive despre intențiile de a se întreprinde și în Țara Românească asemenea acțiuni *.

Pe teritoriul patriei noastre primele încercări de prelucrare a țițeiului în scopul obținerii petrolului lampant au avut loc în Moldova, în același timp cînd în Londra se experimenta, cu multe dificultăți, utilizarea lui la iluminat.

Cert este că înainte de 1844 în orașul Iași se obținuse și se experimentase utilizarea petrolului la iluminat. Într-o scrisoare redactată în limba franceză, Thorbor, farmacist, afirma că folosind „procedeu chimic'' obținuse un produs pe care Eforia solicita să-l folosească la iluminarea orașului Iași. A trecut apoi „mult timp'' și utilizarea produsului obținut la aprinderea unor felinare în fața farmaciei și a librăriei din oraș a dat rezultate vizibile. Eforia reia tratativele, solicitînd farmacistului să-i comunice condițiile pentru iluminarea orașului. La 16 septembrie 1844 farmacistul propunea ca Eforia să procure anual și să transporte din județul Bacău la Iași cantitatea de 20 000 vedre „pogora'', pe care se obliga să o supună unui „procedeu chimic'' și să obțină 16 000 vedre „net''. Pentru „instalarea aparatelor, ca și pentru aranjamentul lanternelor, subsemnatul cere — afirma farmacistul — aceeași sumă anunțată cu mult timp <înainte, n.a.> pentru luminat și care urcă la 16 000 piaștri pe an, pe toată durata contractului''. În continuare se arată că, „avînd în vedere cheltuielile fără număr pe care le-a avut, în scopul de a ajunge la gradul de perfecție'' a produsului obținut prin distilare, solicită să i se asigure condițiile de mai sus pe o durată de patru ani [15].

Realizarea iluminării Iașului s-a făcut abia în deceniul următor, în alte condiții decît cele cuprinse în scrisoarea amintită. Au fost necesare călătorii de informare la Viena și la Berlin și repetate experiențe, în vederea îmbunătățirii calității produsului obținut, pentru ca Eforia să se convingă de necesitatea și de oportunitatea utilizării petrolului lampant la iluminarea orașului Iași.

De altfel, în mod cu totul asemănător, s-a procedat și în Țara Românească între anii 1848 și 1857. Cu ocazia unor călătorii în Franța și Germania în anul 1848 și în urma a numeroase experiențe de laborator, Adolf Steeg, „spițerul Curții'', folosește o „rețetă franțuzească'' și obține „gaz lichid'' cu proprietăți similare petrolului lampant. Experiența a continuat și în anii următori, într-un alambic în care, în mod obișnuit, farmacistul prepara esența de flori. Prin încălzirea petrolului brut introdus în interiorul alambicului s-a obținut un lichid deschis la culoare, care se comporta la ardere mult mai bine decît lichidul provenit din șisturi bituminoase [16].

Utilizarea acestui produs la iluminarea unor prăvălii de lipscănie și galanterie determină Sfatul Municipiului București să aprobe în 1851 înlocuirea iluminatului cu seu prin „lămpi cu petrol'' [16]. În scurt timp, produsul obținut în laborator, folosit la iluminarea orașului, nu a mai întrunit calitățile corespunzătoare și numărul felinarelor instalate în 1851, în locul celor cu seu, se micșorează, pentru ca în 1855 să se introducă iluminatul cu ulei de rapiță [16]. Instalațiile extrem de rudimentare nu produceau cantitățile necesare, iar produsul obținut prin distilare nu avea însușiri necesare utilizării la iluminatul public. Din aceste motive, ca și în Moldova, încercarea de iluminare a orașului București cu petrol lampant eșuează. Experiențele de laborator pentru distilarea țițeiului și obținerea petrolului lampant pe cale industrială continuă. Dificultatea ce trebuie învinsă era înlocuirea unui proiect pentru extinderea lucrărilor de laborator, pe baza căruia să se construiască o fabrică. Acțiunea aceasta întîrzie fiindcă nu există un model pentru o asemenea instalație. Întîrziindu-se, în anul 1856, Consiliul municipal concesionează iluminarea orașului București cu „hidrocarbura'' și „lampe'' aduse de peste „graniță'' lui Teodor Mehedințeanu [16]. Importarea acestor produse întîmpină dificultăți atît de mari, încît pune în imposibilitate pe semnatarul contractului de a respecta termenul de iluminare, potrivit angajamentului [17]. Progresele realizate prin introducerea noului sistem de iluminare și perspectivele materiale ce se întrevedeau au fost stimulatorii. Activitatea desfășurată în anii precedenți în acest scop continuă. Din îndemnul lui Alexe Marin, profesor la „Sf. Sava'', susținător al progresului științei în țara noastră, și al lui Marin Mehedințeanu, cofetar în orașul Ploiești, arendașul unor bogate zăcăminte petroliere din Păcureți — — Prahova, împreună cu fratele său Teodor Mehedințeanu, spirit întreprinzător și cutezător, se continuă investigațiile, extinzîndu-se sfera de informare în apusul Europei [18]. Într-o călătorie la Paris consultă pe chimistul francez Paugen, iar la Hamburg intră în contact cu firma Moltrecht, constructoare de aparate pentru distilat șisturi. Apreciind proiectul întocmit de români, reprezentanții fabricii Moltrecht, versați în construcția aparatelor pentru uleiuri din șisturi, consimt să construiască instalația necesară fabricării petrolului, solicitată de români [18]. Astfel, după studii și experiențe îndelungate, concretizate încă din primele decenii ale secolului al XIX-lea, dar neizbutite, principiul primei „fabrici de gaz'', conceput în țara noastră și realizat practic în orașul Ploiești în 1857, deschide perspectiva unei noi industrii. Cea dintîi „distilerie'' de petrol din țara noastră, menționată în statistica din 1858, își începe activitatea [19]. Construită în Ploiești, pe o suprafață de 4 ha, „fabrica de gaz'', proprietatea lui Marin Mehedințeanu, deși era o instalație rudimentară, avea o capacitate de lucru de 36 000 oca pe an'' [19].

Statistica din 1858 mai menționează la această dată încă două „fabrici de gaz'' : una în Ploiești, cu o capacitate de 18 000 oca producție anuală, și a doua, proprietatea cămăinăresei Zoița Moscu situată în județul Buzău, „în pădure'', probabil în regiunea petrolieră Sărata [18].

Concomitent, prelucrarea petrolului înregistrează progrese și în Moldova. În contractul încheiat la 30 decembrie 1857 pentru iluminarea capitalei Moldovei, conducerea orașului Iași a preferat petrolul lampant obținut în țară, respingînd propunerea firmei comerciale Het A Hille din Viena, care oferea petrol folosit la iluminarea „drumului de fier de la Viena la Triest'' [20]. Și în Moldova obținerea petrolului lampant de calitate și în cantitate suficientă pentru iluminarea orașului Iași a fost precedată de o călătorie de informare în străinătate, făcută de negustorul Iohan Lebandovschi. Revenit în țară acesta se asociază cu George Miller și cu Simion Isipovici și la 30 decembrie 1857 semnează contractul de iluminare a orașului Iași. Fabrica construită din cei trei asociați pe moșia Solonț începe să funcționeze la 8 martie 1858 [21], mai tîrziu cu cîteva luni decît „fabrica'' lui Marin Mehedințeanu din Ploiești. Materia primă necesară a fost procurată de Catinca Cerchez, arendașa moșiei Solonț, care se obliga să procure lunar 300 de vedre de țiței [22].

Informații cu privire la tehnica și la metodele folosite de primele „fabrici de gaz'' din țara noastră lipsesc.

Din inventarul altor fabrici înființate mai tîrziu, rezultă că distileriile foloseau aparate rudimentare și erau conduse neștiințific. Instalațiile de distilație se compuneau de obicei din vase cilindrice de fier, orizontale sau verticale, de dimensiuni mici. Din cazanele de distilație, vaporii erau conduși în serpentine de cupru sau de fontă. Vasele erau încălzite direct cu foc, întreținut în majoritatea cazurilor cu lemne. Rafinarea petrolului cu acid sulfuric și cu leșie sau cu carbonat de sodiu avea loc de obicei în butoaie, printr-o agitare manuală cu lopeți de lemn [14].

*) Redăm textul care se referă la problema tratată : " j'ai lu daos plusieurs journaux qu'on fait a Paris des trotoirs. Ce trotoirs purraient — ils résister aux voitures on bien il e trop couteux avec des goudron ? J'ai même lu la recette de toute manipulation et fait des essais avec des homme du métier, me cela ne n—a pas réussi. Je vondrais bien savoir si c'est du goudron de bois, c'est—a-dire de goudron extrait des arbres ou bien du goudron de la terre, come celui des peuts de Cimpina. J'ai lu également qu'on èclaire un pont a Londresc avec du goudron purifier ; pour des chemins de bitum qu'on dit être élastique et dont l'iventeur est Mr. Colonceau. Toutes ches choses venillas bien males faire parvenir le tout le plus tôt possible avec des amples instruction, et payez pour vous les procurer et se ne maniquerai pas de vous en envoyer le montant ... I. Cimpineunu "

În anul 1880 marele savant român, doctor în chimie, C. Istrate afirmă că industria „era abia născîndă" și că cele mai multe „fabrici sînt într-o stare atît de primitivă, încît nu merită nici o atenție... fiind o cauză permanentă de pericol prin ele însele și mai ales prin natura cu totul ordinară a produselor ce pun în comerț" [23].

Constatările făcute de doctorul Istrati după 23 de ani de la înființarea primei „rafinării" constituie un adevărat rechizitoriu la adresa exploatatorilor care neglijau condițiile de producție. „Petrolul astfel cum din nenorocire se vinde la noi în țară..." — scria chimistul român — „e o adevărată primejdie". Pe baza unor analize, ajunge la concluzia că „... trebuie cît mai curînd ca cei în drept să se ocupe serios de această afacere"... „trebuie — mărturisea el — oprit sau lovit producătorul și vînzătorul gazului, această substanță eminamente primejdioasă..." [23]. Constatările făcute în laborator aveau justificarea în cele văzute cu ocazia vizitării unor „fabrici" din județul Dîmbovița [20]. „Închipuiți-vă" — se relatează — „1/2 pogon rău îngrădit cu o colibă sau „casă" infectă pe el. De departe acest loc se prezintă ca o pată murdară, neagră, căci totul e imbibat cu păcură care se păstrează în două găuri, făcute în pămînt, ce fusese odată acoperite cu lemne și pămînt. Se mai vede un mic coș lîngă un fel de lucru monstruos care pare a fi cuptor. Acesta este „vaporul", adică cazanul de pus păcura spre distilare. De la aceasta pleacă o serpentină ce trece printr-un butoi fără apă și, firește, alături, într-o colibă de nuiele, unde sînt două găuri în pămînt. Aceasta este magazia de gaz și petrol" [23].

În aceeași situație se prezenta și „fabrica de exploatare și păcură" din Ploiești, proprietatea Companiei române pentru exploatarea și comerciul cu păcură. Inventarul acestei fabrici ilustrează starea de înapoiere a tehnicii folosite la prelucrarea petrolului, deși în această companie își investiseră capital reprezentanții burgheziei și ai moșierilor din țară [24]. În ceea ce privește procedeul științific, este interesantă discuția purtată de C. Istrati cu „mașinistul" unei fabrici din Tîrgoviște, proprietatea „unor oameni cu capital, între care unul era membru în comitetul județean". La întrebările referitoare la modul cum separă produsele distilației și unde e gradul, bietul băiețandru, rîse" răspunzînd textual „ce grad domnule? Dar eu ce păzesc aici? Ia așa las „fruntea" care e roșiatică să curgă ici, pe urmă pitrolul care e alb, îl las să curgă dincoace, iar fruntei îi adaog la urmă „coada" care e moale și galbenă" [23]. „Acest amestec de frunte cu coadă este cea mai periculoasă substanță de manipulat și ea se află în toate casele și nu vezi case în țara noastră să nu se înregistreze nenorociri de tot felul. Ar fi timpul, demnitatea și necesitatea o cere" — sublinia savantul român — „să luăm măsuri serioase" [23].

Din cele expuse se constată că obținerea și utilizarea petrolului lampant s-au înfăptuit într-o perioadă de timp și cuprinde secole. De la utilizarea lui în stare brută la iluminatul curților domnești, în perioada de trecere la capitalism și în continuare, mai bine de un secol, practicienii și oamenii de știință din multe țări ale Europei, au obținut cu riscuri și sacrificii produsul căutat, punînd bazele industriei chimice, deschizînd o perspectivă negîndită acestei industrii. În țara noastră, momentul epocal al începerii industriei petroliere este anul 1857, cînd Ploiești și Solonț își înscriu numele pe harta economică a țării.

BIBLIOGRAFIE

1. Hoffer, H. Evoluția industriei petrolului. În : Moniteur du pétrole roumain, VII/1906, p. 1 029.
2. Herodot, Istorii. Ed. științifică, București, 1946, cartea a IV-a, p. 163.
3. Vulpe, R. Șantierul Poiana. În: Studii și cercetări de istorie veche, III, Ed. Academiei, 1952, p. 202. Muzeul republican al petrolului, Ploiești, materiale provenite de la muzeele din Caracal și Dobrogea ineventariate și expuse în muzeu.
4. Teodorescu, V. și Ștefănescu, I., Contribuții arheologice la istoria petrolului românesc; cele mai vechi dovezi privind cunoașterea și folosirea materiilor petroliere din țara noastră. În : Petrol și gaze, nr. 8, 1968, p. 519.
5. Lavisse, și Rambaud, Historie générale I Libraire Armand Coliu, Paris, 1893, p. 640.
6. Iorga, N., Călători, ambasadori și misionari în țările noastre. Extras din Buletinul Societății geografice, sem. II, anul 1898, București, p. 61.
7. Bauer, Memoires sur la Valachia. Frankfurt și Leipzig, 1778, p. 84.
8. Carra, M. Histoire de la Moldavie et de la Valachie, 1798, p. 79.
9. Giurescu, C. C., Istoria românilor, **III**, partea a **II**-a, p. 561.
10. Boncu, C. și Ștefănescu, I., Aspecte din istoria petrolului românesc. Un document inedit. În : Petrol și gaze, **XVII**, nr. 8, 1965.
11. Raichevich, St. Observazione stariche naturali e politiche interno la Valahia e Moldavia, Neapoli, 1788, op. 103.
12. * * * Dicționar enciclopedic român, III, 1965, p. 734. Severin, E. : Petrolul, studiu fizic, chimic, geologic, tehnologic și economic, București, p. 10.
13. Bodea C. Lupta românilor pentru unitatea națională, 1834—1848. Ed. Academiei Republicii Socialiste România, București, 1967, p. 208, dec. nr. 2 și 8.
14. Dobrescu, T. Industria prelucrării țițeiului în ultimii 50 de ani (1881—1931). În : Buletinul societății politehnicii, nr. 12, 1939, p. 650.
15. * * * Arh. st. Iași, Primăria orașului Iași, 51/1833 f. 26 (oferit de Gh. Ungureanu, directorul Arh. st. Iași).
16. Cebuc, A., Construcții la istoricul iluminatului din capitală pînă în anul 1900. În: Materiale de istorie și muzeografie, **II**., 1965, p. 102.
17. * * * Arh. ist. centrală, București, Min. Interne, Div. comunală, dos. 14, 1857, f. 12.
18. Alimănișteanu, C. 40 de ani de istorie a petrolului din România, 1866—1906. În : Moniteur du pétrole, **13**, 1906, p. 345—346.
19. * * * Arh. ist. centrală, București, Min. Agric. REAZ., nr. 183/1858 f. 97, 84.
20. * * * Arh. st. Iași, Eforia Iași, 64/1857, f. 29.
21. * * * Arh. st. Iași, pac. 2 Tr. 1772, dos. 38329, f. 80—82.
22. * * * Arh. st. Iași, pac. 2, Tr. 1772, dos. 64/1857, f. 378.
23. Istrati, C., Gazul sau petrolul impur ce se vinde în comerț. În : Buletinul societății politehnice, București, 1888, p. 555—559.
24. * * * Arh. st. Ploiești, Prefectura Prahova, dos. 15/1870, f. 15—16.

A 3-A CONFERINȚĂ NAȚIONALĂ DE CHIMIE ANALITICĂ, BRAȘOV, SEPTEMBRIE 1971

Între 22 și 26 septembrie 1971 a avut loc la Brașov cea de-a treia Conferință națională de chimie analitică.

Conferința a fost patronată de Uniunea internațională de chimie pură și aplicată, fiind organizată de Ministerul Industriei Chimice, de Ministerul Învățămîntului, și Consiliul Național al Inginerilor și Tehnicienilor, cu concursul Comitetului județean de partid Brașov și al Consiliului județean al sindicatelor din Brașov.

Deschiderea lucrărilor conferinței a avut loc în sala Teatrului de stat din Brașov.

În cuvîntul de deschidere, prof. dr. doc. Grigore Popa, președintele Comitetului de organizare, a adresat un cald salut participanților la conferință, arătînd importanța chimiei analitice în cadrul progreselor chimiei contemporane.

Au vorbit apoi în conferințe plenare ing. Mihail Florescu, ministrul industriei chimice, despre „Rolul chimiei analitice în dezvoltarea industriei chimice moderne", prof. dr. doc. Grigore Popa, despre „Dezvoltarea chimiei analitice în România" și prof. dr. doc. Candid Liteanu, despre „Unele aspecte ale

cromatografiei cu gradient a soluțiilor".

Lucrările conferinței s-au desfășurat pe trei secții :

— metode electrochimice ;
— metode optice ;
— metode de separare.

La lucrările conferinței au participat un număr de peste 500 de chimiști analiști din țară și 80 din străinătate (Anglia, Austria, R.S.Cehoslovacă, Elveția, Franța, Republica Democrată Germană, Republica Federală a Germaniei, India, Italia, Iugoslavia, Polonia, Ungaria, U.R.S.S. și U.S.A.).

Printre oaspeți s-au remarcat : prof. I.P. Alimarin, membru al Academiei de Științe din U.R.S.S., prof. R. Belcher, de la Universitatea din Birmingham, prof. R.A. Chalmers, de la Universitatea din Aberdeen — Scoția, prof. W. Kemula, președintele Diviziei de chimie analitică a I.U.P.A.C.-ului (Universitatea din Varșovia), prof. H. A. Laitinen, de la Universitatea din Illinois — S.U.A., prof. E. Pungor, de la Universitatea tehnică din Budapesta, prof. G. Valensi de la Universitatea din Poitiers — Franța.

Din țara noastră au participat profesori de la universitățile din București, Cluj, Timișoara, Iași, Craiova, de la institutele politehnice din București, Timișoara, Iași, Galați, de la institutul medico-farmaceutic din București și Cluj, de la Academia de înalte studii economice — București, de la institutele departamentale ICECHIM, I.M.N.R., ICCF, PETROCHIM, CHIMIGAZ, de la Institutul de igienă și sănătate publică — București, de la Institutul de cercetări alimentare, Institutul de fizică-atomică, Institutul de cercetări miniere, Institutul de cercetări pentru prelucrarea țițeiului, Institutul de cercetări textile, precum și un număr foarte mare de chimiști analiști din uzinele producătoare.

În cadrul lucrărilor conferinței au fost programate o serie de conferințe plenare, participanții avînd astfel prilejul să cunoască preocupările unora dintre cei mai reprezentativi chimiști analiști din lume.

Cu deosebit interes au fost audiate conferințele ținute de profesorul I.P. Alimarin despre „Metode de separare și concentrare a elementelor prin extracție cromatografică", de profesorul R. Belcher ; „Determinarea unor anioni rari", de profesorul R.A. Chalmers ; „Metode de precipitare în analiza de urme", de profesorul W.Kemula ; „Procese în cromatopolarografie", de profesorul H.A. Laitinen ; „Electrochimia analitică a sărurilor topite", de profesorul F. Pungor ; „Electrozi de membrană pe bază de precipitat. Teorie și aplicații", de profesorul G. Valensi ; „Definiții termodinamice și operaționale ale activității ionice. Aplicații la măsurarea *p*H-ului".

S-au ținut, de asemenea, două conferințe plenare de secție de către conf. dr. doc. C. Luca (Universitatea București) și G. Berthon (Universitatea Poitiers — — Franța) ; „Metode de acces electrochimic și calcul numeric al constantelor de stabilitate ale policomplecșilor" și de conf. dr. I. Alex. Crișan (Universitatea Babeș-Bolyai — Cluj) ; „Funcții analitice".

Comunicările prezentate au abordat teme actuale ale industriei, fiind expuse metode originale de analiză, cu un pronunțat caracter aplicativ, reflectînd preocuparea tot mai accentuată a analiștilor din țara noastră de a-și axa cercetările pe linia rezolvării unor probleme importante ale sectoarelor economiei naționale.

De remarcat folosirea tot mai mare a metodelor fizice de analiză în chimia analitică, utilizarea unei aparaturi moderne cu performanțe ridicate.

Din acest punct de vedere considerăm că este de un real folos pentru chimiștii analiști din țara noastră apariția volumelor de „Metode fizice de analiză în chimia analitică" (coordonatorul seriei conf. dr. doc. Gh. Baiulescu), în care sînt tratate aspectele moderne ale chimiei analitice.

Comunicările prezentate în cele trei secții ale conferinței au fost tipărite în volume separate pe secții și au fost distribuite tuturor participanților.

Paralel cu lucrările conferinței s-a organizat o expoziție de produse chimice și de aparatură de laborator produse în țară și în străinătate.

Au participat la această expoziție cu exponate, conferințe și filme mai multe firme specializate din străinătate, printre care : Carl Zeiss Jena din R.D.G., Solea — Tacussel din Franța, Varian din Elveția, Perkin-Elmer din Austria.

Tot în cadrul conferinței s-a organizat o masă rotundă cu tema „Rolul metodelor de analiză în tehnologia obținerii oțelurilor și aliajelor de calitate superioară", la care au participat specialiști români din metalurgie și specialiști străini de la firmele August Thyssen-Hütte A.G. și Metallgesellschaft A.G., din R.F. a Germaniei.

Programul social a cuprins întîlniri organizate (cocteil, banchet), precum și vizitarea orașului Brașov și a excursiei la Poiana Brașov.

Conferința s-a bucurat de o atenție deosebită din partea organelor locale de partid și de stat și a constituit un schimb larg de vederi între specialiștii români și străini, precum și între specialiștii din uzine, din institutele departamentale și de învățămînt din țara noastră.

Conferința a fost foarte bine organizată, constituind un real succes pentru chimia analitică din țara noastră.

Al II-lea Simpozion de cataliză : „ELABORAREA ȘI FABRICAREA CATALIZATORILOR INDUSTRIALI" — Sinaia 1971

Între 4 și 6 noiembrie 1971 s-au desfășurat la Sinaia, lucrările celui de-al II-lea Simpozion de cataliză, cu tema „Elaborarea și fabricarea catalizatorilor industriali".

Simpozionul a fost organizat de Consiliul Național al Inginerilor și Tehnicienilor, în colaborare cu Ministerul Industriei Chimice și cu Ministerul Învățămîntului.

În cadrul celor 8 ședințe de lucru s-au prezentat trei conferințe și 42 de comunicări științifice.

La Simpozion au participat 132 de specialiști din Direcția tehnică a Ministerului Industriei Chimice, din Învățămîntul superior, din institutele de cercetare ale Ministerului Industriei Chimice, Comitetului de Stat pentru Energia Nucleară, specialiști de la Grupul Industrial Petrochimic — Ploiești, Grupul Industrial Petrochimic — Borzești, Combinatul chimic — Craiova, Combinatul chimic — Pitești, cît și cadre de proiectare de la IPROCHIM. S-a remarcat prezența fizicienilor, al căror aport în cercetarea catalizatorilor este deosebit de util.

Conferința „Elemente de prognoză în cataliză și catalizatori" prezentat metodologia de elaborare a prognozei privind cataliza și catalizatorii, posibilitățile de prevedere a dezvoltării unor direcții de fabricare a catalizatorilor, evoluția consumului de catalizatori pentru ramurile importante ale industriei chimice în perioada 1970 — 2000. S-au subliniat și direcțiile principale de cercetare în acest domeniu, cît și utilitatea unor asemenea prognoze, pentru orientarea cercetărilor în cataliză, pentru o perspectivă mai înaintată. Se menționează faptul că la acest Simpozion s-a prezentat și s-a discutat pentru prima dată, pe plan mondial, o prognoză a catalizatorilor și a proceselor catalitice.

Conferința : „Unele probleme privind elaborarea și fabricarea catalizatorilor industriali" a relevat faptul că testările de catalizatori în laborator sau chiar în pilot sînt insuficiente pentru a preciza performanțele lor în instalațiile industriale. Exemplificînd cazul suportului de alumină activă, conferențiarul a pus în evidență o serie de fenomene ce pot contribui la nereproductibilitatea șarjelor de catalizator, din cauza unui control insuficient al parametrilor fiecărei faze și a tehnologiei utilizate.

De aici, rezultă că problema fabricării catalizatorilor de mare performanță este foarte complexă, și responsabilitatea rezolvării ei cu succes revine, deopotrivă, cercetătorului, proiectantului și specialiștilor din producție (fabricantul).

Conferința „Modelarea proceselor de cataliză" a prezentat o analiză critică a modelelor matematice de modelare a proceselor catalitice, pe baza datelor cinetice și macrocinetice, în raport cu dimensionarea reactorului și cu specificul procesului.

Tematica lucrărilor comunicate a fost variată, prezentîndu-se atît rezultatele unor studii de structură și textură a catalizatorilor eterogeni, cît și probleme legate de prepararea catalizatorilor și exploatarea lor în reactoare de laborator, pilot sau industriale.

S-a remarcat interesul crescut acordat cercetărilor referitoare la suportul de alumină, celor ce se ocupă de studiul proprietăților fizice și structurale ale catalizatorilor, determinate de condițiile de preparare, cît și preocuparea pentru cercetarea catalizatorilor de Cr_2O_3/Al_2O_3 și Pt/Al_2O_3.

În schimb, s-a semnalat numărul redus de lucrări referitoare la optimizarea etapelor din tehnologia de fabricare a catalizatorilor.

Alte lucrări importante pentru practica utilizării catalizatorilor s-au referit la proprietățile mecanice și la condițiile de fasonare a catalizatorilor, la formarea stărilor active pe suprafață, în condițiile reacției, în raport cu compoziția chimică și cu condițiile de preparare a catalizatorilor.

Tematica Simpozionului a cuprins și preocupări pentru elaborarea unor noi tehnologii și procedee de preparare a catalizatorilor, ca : procedeul mecanotopochimic și cel al catalizatorilor pentru oxidehidrogenarea *n*-butenelor în butadienă.

Merită semnalat și faptul că în rezolvarea unor lucrări referitoare la structura fină a catalizatorilor și la interdependența dintre reactant—catalizator, cercetătorii au utilizat și dezvoltat metode fizice moderne de investigație : studiul complexelor adsorbite pe suprafață prin I.R. și R.E.S., efectul Mössbauer, adsorbția K dinamica moleculelor apreciată prin spectre de neutroni etc.

Ca o caracteristică pozitivă a Simpozionului trebuie menționate discuțiile ample, prelungite, care au dovedit interesul stîrnit de comunicările prezentate, cît și necesitatea unor asemenea schimburi de păreri și idei între cei ce lucrează în domeniul catalizei și catalizatorilor.

Ultima ședință a Simpozionului a fost dedicată unor discuții pe tema : „Fabricarea catalizatorilor, relații între : cercetare — pilot — instalație industrială".

În cadrul discuțiilor s-a subliniat o serie de aspecte ale activității de cercetare — proiectare în cataliză.

Astfel, se impune ca cercetarea tehnologiilor de fabricare a catalizatorilor să fie precedată de o analiză asupra perspectivelor pe care le are catalizatorul de a fi utilizat în producție, în raport cu competitivitatea pe plan mondial.

S-a subliniat, din nou, necesitatea unei legături mai strînse și permanente între cercetare — proiectare.

O altă problemă ridicată este cea a dotării laboratoarelor de cercetare la nivelul actual pe plan mondial. Totodată, este necesară și îmbunătățirea sistemului de realizare a documentării științifice.

Proiectanții au scos în evidență necesitatea elaborării unor studii de modelare matematică a proceselor catalitice în reactor, în scopul scurtării timpului necesar elaborării procedeelor catalitice proprii.

În urma discuțiilor purtate pe baza materialelor prezentate la cel de-al II-lea Simpozion de cataliză, au rezultat o serie de recomandări, dintre care se menționează :

— organizarea unui colectiv care să întocmească un nomenclator al catalizatorilor industriali, care să cuprindă principalele utilizări și caracterizări ale catalizatorilor respectivi;

— elaborarea unui material referitor la tipizarea și uniformizarea metodelor de caracterizare și de testare a activității catalizatorilor care se fabrică în R.S.R. sau se importă;

— întărirea relațiilor dintre sectoarele cercetare — proiectare — uzină, prin organizarea de colective complexe de specialiști, sub directa coordonare a Direcției tehnice din M.I.Ch;

— se recomandă ca în perioada 1972—1974 să se sprijine, îndeosebi, cercetările referitoare la acei catalizatori (specificați) ce prezintă perspective de utilizare în industrie.

În încheierea lucrărilor s-a subliniat necesitatea unor asemenea întîlniri, precum și rolul lor pozitiv în dezvoltarea schimburilor de idei între cei ce lucrează în domeniul catalizei și catalizatorilor.

Simpozionul asupra lubrifianților și fluidelor hidraulice

Între 12—15 octombrie 1971 a avut loc în Republica Populară Ungară — la Eger — primul simpozion cu participarea internațională, organizat de Comitetul de lubrifianți industriali din cadrul Societății Ungare de Chimie cu tema „Lubrifianți și fluide hidraulice".

La simpozion au participat peste 100 de specialiști din țara gazdă, din sectoarele de cercetare și fabricare a produselor respective, cît și din marile combinate și uzine consumatoare ale acestor produse. De asemenea, au participat și specialiști din Anglia, Austria, R.S. Cehoslovacă, Franța, Elveția, R.F. a Germaniei, R.D. Germană, R. P. Polonă și R.S. România.

La simpozion au fost prezentate de către specialiștii din R.P. Ungară, cît și de specialiștii din celelalte țări participante, peste 25 de lucrări referitoare la rezultatele obținute în cercetarea și fabricarea uleiurilor pentru transmisiile mecanice prin angrenaje, precum și a acelora pentru transmisiile hidraulice. În referatele expuse au fost prezentate rezultatele obținute asupra uleiurilor respective prin analizarea în laborator a caracteristicilor fizico-chimice și a comportării pe mașini, aparate sau standuri de probă de laborator, precum și a comportării lor în exploatare pe mașini industriale.

Prin problemele expuse, s-au scos în evidență preocupările actuale pentru fabricarea de uleiuri minerale de cea mai bună calitate care utilizate la transmisiile prin angrenaje, cît și la transmisiile hidraulice ale autovehiculelor, mașinilor și utilajelor industriale să asigure funcționarea îndelungată a acestora și la costuri cît mai reduse.

În referatele prezentate autorii au scos în evidență preocuparea pe care o au fabricanții de uleiuri minerale în stabilirea calității materiilor prime folosite la fabricarea uleiurilor de calitate superioară, în stabilirea tehnologiei de fabricare a fiecărui tip sau sortiment de uleiuri, precum și în folosirea de aditivi de calitate corespunzătoare, după o rețetă de aditivare optimă. De asemenea, au scos în evidență preocuparea specialiștilor de a verifica în laborator calitatea uleiurilor fabricate atît prin determinarea caracteristicilor fizico-chimice care se efectuează în mod uzual (viscozitate, indice de viscozitate, congelare, inflamabilitate, aciditate etc.), a stabilității la oxidare, precum și verificarea pe mașini sau standuri de laborator. În acest sens specialiștii din R.P. Ungară au prezentat rezultatele obținute la verificarea comportării uleiurilor minerale pentru transmisiile mecanice prin angrenaje ale autovehiculelor pe mașina Shell cu 4 bile care rezultate sînt, în toate cazurile, comparabile cu cele obținute în exploatare pe mașini reale.

Acest lucru este determinat și de faptul că ungerea obținută pe această mașină se apropie cel mai mult de ungerea practică.

De asemenea, au prezentat rezultatele obținute pe uleiurile respective asupra efectului antigripant utilizînd metoda Niemenn (redată în DIN, 51354), iar caracteristica este cunoscută sub numele prescurtat de FZG.

Într-un referat prezentat de specialiștii din R.P. Ungară se menționează că evaluarea calității actuale a uleiurilor utilizate la acționările mecanice, cît și la cele hidraulice trebuie să țină seama de :

— influența proprietăților reologice ale uleiurilor (viscozitate, indice de viscozitate și congelare) cu alegerea corespunzătoare a valorilor acestor proprietăți determinate de utilizare;

— stabilitatea termică și stabilitatea la oxidare pentru prelungirea duratei de folosire a uleiurilor;

— asigurarea proprietăților anticorosive corespunzătoare și înlăturarea coroziunii în timpul folosirii uleiurilor în exploatare;

— analiza proprietăților de spumare pentru asigurarea funcționării mașinilor fără deranjamente;

— analiza compatibilității cu materialele de etanșare;

— rezistența la presiune (influența EP), precum și măsurarea aptitudinii de ungere pentru asigurarea unei bune comportări în exploatare.

Referate ale specialiștilor au scos în evidență faptul că în condițiile dezvoltării actuale a tehnicii în R.P. Ungară a devenit necesară diversificarea tipurilor de uleiuri pentru transmisiile mecanice și îmbunătățirea continuă a calității acestor uleiuri. Diversificarea tipurilor de transmisii nu poate merge în paralel cu diversificarea tipurilor de uleiuri și ca atare în anumite situații se impune folosirea de uleiuri cu rezerve de calitate. Noul tip de ulei „HYKOMOL—H" realizat în R. P. Ungară și utilizat pentru transmisiile mecanice prin angrenaje a autovehiculelor este la nivelul de calitate Gl. 5 după clasificarea API și asigură un timp de folosire între 15 și 50 000 km.

În ceea ce privește transmisiile hidraulice, specialiștii au menționat faptul că, în prezent, 80 % din automobilele construite în S.U.A. sînt prevăzute cu dispozitive de acționare automată în timp ce în Europa sînt numai 40 %, dar cu

tendințe de creștere rapidă. Această situație este determinată atît de sistemul constructiv utilizat în prezent la autovehicule, cît și de calitatea uleiurilor hidraulice folosite. Realizarea uleiurilor hidraulice impune condiții mai severe atît la uleiurile de bază, cît și la aditivii utilizați. Ținînd seama de condițiile de calitate impuse acestor uleiuri se crede că se va extinde fabricarea lor pe cale sintetică. De altfel, într-un referat prezentat s-au arătat rezultatele obținute folosind propilenglicolul ca ulei hidraulic. Deși acesta este de 4 ori mai scump decît un ulei mineral totuși utilizarea lui este economicoasă întrucît timpul de schimbare a crescut cu 4—8 ori față de uleiul mineral.

Calitățile principale ale poliglicolului folosit sînt :

— greutate specifică mai ridicată decît la uleiurile minerale ceea ce are ca efect creșterea greutății angrenajului ;

— un indice de viscozitate de 140 fără o îmbunătățire a viscozității ;

— se distinge prin proprietăți EP și FZG ;

— rezistență ridicată la îmbătrînire chiar la temperatură pînă la 180°C ;

— coeficient de frecare mic ;

— influență pozitivă asupra forfecării ;

— livrabil în toate domeniile de viscozitate.

O problemă importantă în utilizarea uleiurilor hidraulice o constituie spumarea produsului. Ca atare trebuie să se acorde o atenție deosebită alegerii aditivului antispumant, cît și a celor detergenți de antiuzură deoarece aceștia măresc tendința de formare a spumei.

Aditivii siliconici folosiți ca antispumanți prezintă dezavantajul că influențează în mod negativ tendința de cedare a aerului.

La fabricarea uleiurilor hidraulice nu trebuie să se folosească aditivi antispumanți care măresc stabilitatea spumei.

Pentru a asigura o funcționare corespunzătoare a instalației hidraulice este important dimensionarea corectă a conductei, asigurarea returului în rezervor, vidarea rezervorului și montarea plăcilor de ghidare în rezervor. Numărul recirculărilor trebuie în așa fel calculat încît să fie suficient timp pentru separarea aerului.

Din materialele prezentate s-a desprins ideea că uleiurile minerale de calitate superioară folosite pentru transmisiile mecanice și cele pentru transmisiile hidraulice se realizează la prețuri de cost mai ridicate decît uleiurile de calitate obișnuită și ca atare trebuie procurate de cumpărători la prețuri mai mari.

Cu toate acestea ele devin economice în utilizare prin prelungirea perioadei lor de schimb, cît și prin mărirea timpului de funcționare a mașinilor, instalațiilor și agregatelor.

Simpozionul a constituit un valoros schimb de experiență între specialiști în problemele prezentate.

O manifestare științifică similară va fi organizată în luna septembrie 1972 în Republica Democrată Germană.

DOCUMENTARE

Dobrînin, V. M., Limberger, Iu. A. **Determinarea presiunilor de strat anormal de ridicate cu ajutorul electrometriei sondelor.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **49**, nr. 10, oct. 1971, p. 12.

Se face fundamentarea fizică și se descrie metoda pentru determinarea după mărimea rezistivității electrice a rocilor argiloase, și ținînd seama de influența temperaturii, a presiunilor de strat anormal de ridicate.

Se prezintă rezultatele aplicării metodei la zăcămintele de petrol ale Uniunii Sovietice, precum și, după datele literaturii de specialitate, exemlpul zăcămintelor de petrol nordamericane din raionul Gulf-Coast.

Eroarea relativă a 38 determinări reprezintă ±7% față de măsurările de presiune cu manometrele de fund.

Latipov, R. S. **Alegerea duratei optime a intervalului de timp pentru deschiderea probatorului de strate la încercarea sondelor în cursul forajului.** În : Burenie, nr. 10, oct. 1971, p. 20.

La încercarea sondelor cu ajutorul probatoarelor de strate, durata deschiderii lui se stabilește în general în funcție de starea găurii sondei. Indiferent de timpul cît a ținut afluxul din strat, prelucrarea curbei de aflux se face pe toată lungimea ei. Urmare acestui mod de lucru se constată împrăștierea punctelor de calcul și nu se pot determina parametrii stratului.

Prin prelucrarea unor curbe ipotetice de aflux, trasate după niște parametri de strat luați într-un interval larg de valori se arată, că nu trebuie utilizată în toate cazurile curba de aflux întreagă.

După rezultatele acestei prelucrări se fac recomandări concrete pentru cazurile de încercare a stratelor cu diferite debite. Se indică limita inferioară pentru coeficientul de conductibilitate hidraulică potrivit scopurilor practice. Recomandări concrete pentru durata deschiderii probatorului se dau ținînd seama de necesitatea lurării probei reprezentative de lichid de strat.

Agaeva, S. I. ș.a. **Posibilitatea utilizării cimenturilor măcinate grosier pentru consolidarea găurii sondelor.** În : Burenie, nr. 10, oct. 1971, p. 12.

Se prezintă rezultatele încercării cîtorva loturi de ciment fabricat din clincherul de Karadag, avînd diferite finețe de măcinare cu rest pe sita de 0,08 mm de, respectiv, 10, 15, 20, 25 și 30% (în greutate). Pastele de ciment s-au preparat cu 50% apă și s-au încercat la temperatura de 75°C conform cu prevederile GOST 1581-63.

Rezultatele cercetărilor efectuate arată netemeinicia condițiilor GOST în ceea ce privește finețea măcinării, fapt ce îndreptățește posibilitatea utilizării cimenturilor măcinate mai grosier.

Problema utilizării cimentului măcinat mai puțin fin s-a ridicat în industria petrolului mai de mult. S-au făcut cercetări și s-a propus pentru cimentarea sondelor ciment măcinat grosier cu rest de 30% pe sita de 0,08 mm. La prepararea unui astfel de ciment este necesară o cantitate mult mai redusă de apă 35 ... 30% în loc de 50%, cu menținerea mobilității pastei necesară pompării sale în sondă.

Reducerea cantității de apă pentru preparare permite obținerea la aceleași durate de întărire o rezistență mai mare a pietrei de ciment, decît în cazul preparării cu 50% apă, precum și o greutate specifică mai ridicată a pastei de ciment, ceea ce este foarte important pentru forajul sondelor cu fluide avînd greutate specifică în jurul a 2,00 g/cm^3.

Sannikov, R. H., Mavliutov, M. R. **Accelerarea operațiilor de introducere — extragere la forajul sondelor adînci și de mare adîncime.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **49**, nr. 10, oct. 197, p. 5.

În articol se prezintă metoda de calcul simplificat al duratei totale a operațiilor de introducere — extragere atît pentru cazul procesului existent discontinuu, cît și pentru cel propus continuu, cu instalații speciale, de introducere — extragere.

Calculele efectuate arată posibilitatea accelerării substanțiale a lucrărilor în cazul introducerii — extragerii continue.

Cu creşterea adîncimii de foraj introducerea — extragerea continuă măreşte nu numai economia absolută de timp, dar şi economia relativă prin accelerarea operaţiilor de introducere — extragere.

Procesul continuu influenţează pozitiv asupra indicatorilor calitativi de foraj şi asigură posibilitatea automatizării complete a operaţiilor de introducere — extragere în timpul forajului.

F a r a g e v, T. G. **Mărirea căderii de presiune este una din cauzele reducerii indicatorilor de lucru a sapei în procesul de resăpare a găurii.** În: Azerbaigeanskoe Nefteanoe hozeaistvo, 51, nr. 10, oct. 1971, p. 18.

În articol se arată cauzele reducerii vitezei mecanice de foraj şi a avansării pe sapă în procesul de resăpare a găurii.

Cauza principală a reducerii indicatorilor de lucru a sapelor în gaura resăpată o reprezintă dopul de ciment format pentru tăierea pragului de deviere. Datorită lui, în zona din jurul primei găuri se produce o redistribuire a presiunii, încît rocile din talpa găurii resăpate se dislocă la o cădere de presiune mai mare decît în prima gaură.

B a i ş e v, B. T. ş.a. **Prognoza indicatorilor tehnologici ai procesului de inundare după curbele generalizate ale acţiunii de dezlocuire.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **49**, nr. 10, oct. 1971, p. 34.

În articol se propune o nouă metodă de prognoză a producţiei de ţiţei şi lichid din zăcămintele exploatate cu regim de împingere a apei.

Calculul curbelor generalizate de dezlocuire $\eta_a = f(\tau_a)$, spre deosebire de cele curente nu se face în raport cu rezervele de ţiţei de bilanţ, cum se obişnuieşte în cazul curbelor curente $\eta = f(\tau)$, ci în raport cu volumul acumulat de ţiţei Q_t, determinat din raportul Ql/Qţ, condiţia fiind ca aceste raporturi să fie egale la toate stratele comparate Ql/Qţ = a. Totodată, pentru calcule nu se iau rezervele de ţiţei de bilanţ, a cărora mărime variază în cursul exploatării ca urmare a corectării parametrilor de calcul, ci producţia reală de ţiţei, care se stabileşte destul de exact.

În lucrare se analizează particularităţile de prognoză a indicatorilor pentru zăcămintele cu ţiţeiuri fluide (μ_0 = = 0,5 ... 5,0) şi cu ţiţeiuri vîscoase ($\mu_0 = 5 \ldots 25$). Se arată posibilitatea prognozării şi a indicatorilor tehnologici pentru sectoare individuale de exploatare.

Cu metoda propusă se pot prognoza indicatorii în perioada de extracţie a producţiei inundate. Ea permite aplicarea experienţei acumulate atît la sectoarele vecine ale zăcămîntului exploatat, cît şi la complexele analoge aflate în perioada mai tîrzie de exploatare, prin trasarea şi aplicarea curbelor generalizate pentru astfel de obiecte de exploatare.

A b a s o v, M. T. ş.a. **Relativ la evaluarea neomogenităţii stratelor pentru permeabilitate în cazul filtrării amestecului de gaze şi condensat.** În: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **51**, nr. 10, oct. 1971, p. 30.

În articol se dă soluţia problemei epuizării unui strat neomogen de gaze şi condensat. În baza spectrului de permeabilitate rezultat din datele efective se adoptă modelul pentru stratul lamelar ale cărei intercalaţii sînt separate prin izolaţii neglijabil de subţiri şi se propune metoda pentru calculul indicatorilor de exploatare. Prin calcule numerice se stabileşte influenţa neomogenităţii stratului asupra indicatorilor principali ai procesului de epuizare şi variaţiei coeficientului de productivitate a sondelor de gaze şi condensat.

B u l a t o v, A. I. ş.a. **Posibilitatea controlării proceselor de priză şi de întărire a pastei de ciment în sondă.** În: Burenie, nr. 10, oct. 1971, p. 14.

Se examinează posibilitatea controlării cu ajutorul măsurărilor termoelectrice a proceselor de priză şi de întărire a pastei de ciment în sondă.

Se arată că degajarea de căldură ce se produce la hidratarea cimentului şi priza pastei de ciment caracterizează în mod obiectiv reacţiile ce se petrec în pasta de ciment şi în cimentul întărit, iar temperatura sistemului constituie indicatorul reacţiilor fiecărui grup de minerale din compoziţia cimentului. Curba variaţiei în timp a acestei temperaturi înregistrată cu metoda diferenţial — termică, permite prin analizarea fiecărei părţi în parte a curbei, aprecierea stării paste de ciment aflată în spaţiul inelar al sondei. Aceasta poate contribui nu numai la posibilitatea reducerii duratelor de punere în exploatare a sondelor, dar şi la prevederea din timp a măsurilor, care să contribuie la funcţionare îndelungată, fără accidente, a sondelor de ţiţei şi gaze.

A n g e l o, E. **Industrla petrochimică din Spania.** În: Chimie et industrie, **104**, nr. 15, sept. 1971.

Articolul prezintă un tablou general al structurii şi al dezvoltării acestei industrii, al situaţiei actuale ca şi al pespectivei în următorii ani.

Industria petrochimică din Spania este relativ slab dezvoltată şi de dată recentă: dintre 40 de unităţi petrochimice aflate astăzi în funcţiune în Spania, 36 au o vechime mai mică de 5 ani. Caracteristic este faptul că industria petrochimică constituie unul dintre sectoarele cele mai dinamice ale economiei spaniole. În prezent pe întregul teritoriu se află cinci centre de producţie petrochimică, avînd în frunte complexul de la Puertollano, în afara altor uzine petrochimice izolate, situate în diverse oraşe ale ţării.

Pentru atingerea acestor obiective, volumul de investigaţii s-a situat în toţi aceşti ani la un nivel ridicat. Astfel, în 1970, în această ramură s-au investit 371 mil. dolari, reprezentînd 16,9% din investiţia totală din industria chimică. Pentru anul 1973 se prevede o investiţie de 485 mil. dolari, echivalent cu 20% din investiţia totală în industria chimică, cînd valoarea producţiei petrochimice se estimează că va atinge 400 mil. dolari.

Pentru atragerea capitalurilor străine în această ramură, legislaţia spaniolă acordă o serie de avantaje, ca, de exemplu, permisiunea transferului în străinătate în mod nelimitat a beneficiilor realizate şi chiar a capitalului investit.

Se apreciază că industria petrochimică din Spania are o contribuţie de seamă la dezvoltarea economiei naţionale. Se consideră că în viitor industria petrochimică va fi confruntată cu numeroase probleme, printre care se numără cele rezultînd din capacităţile reduse ale uzinelor, a numărului excesiv de mare de societăţi, a lipsei de tehnologii, a pieţelor de desfacere relativ puţin importante, a competiţiei cu străinătatea etc. Se speră că rezultatele experienţei deja cîştigate vor contribui la dezvoltarea industriei petrochimice, pentru a deveni unul dintre pilonii cei mai puternici şi cei mai avansaţi din punct de vedere tehnologic ai industriei spaniole.

* * * **Detectarea unor defecte în conductele prin care se transportă hidrocarburi.** În: Pétrole Informations, nr. 1205, 5, noiemb. 1971, p. 43.

Un nou sistem de control care detectează rapid scăpările în conductele de transport al lichidelor a fost pus la punct de Erdöl Raffinerie Mannheim.

Ruperi importante în conducte sînt detectate într-un interval de timp de la cîteva zecimi de secundă la trei secunde după locul unde s-a produs ruperea, în loc de 30—60 s cu sistemele de control obişnuite de „echilibrare a conductelor", care se bazează pe compararea scurgerii la intrare şi la ieşire. Un alt avantaj al acestui sistem este o economie de circa 60%.

Acest sistem este folosit încă din 1969 la două conducte exploatate în Republica Federală a Germaniei. Două diafragme sînt plasate la intrarea şi la ieşirea din conducte. Ele emit prin transductori semnale electrice continue proporţionale cu debitul fluidului care circulă prin conductă. Cele două semnale sînt reunite şi combinate şi rezultatul este diferenţiat în raport cu timpul, pentru a da o ieşire proporţională cu ritmul de variaţie a scurgerii. Această ieşire este înregistrată şi comparată cu o normă de referinţă. Dacă depăşeşte norma, comparatorul pune în funcţiune automat un releu care declanşează un avertizor, opreşte pompa şi închide toate vanele pe toată lungimea conductei.

Dat fiind că sistemul de control depinde de variaţia scurgerii mai mult decît de valorile absolute ale debitului, nu este necesar ca instrumentele de măsură să fie foarte precise.

Atîta timp cît nivelul rămîne constant — indiferent de valoare — ieşirea este zero. Mici modificări ale vitezei de pompare produc o ieşire inferioară nivelului „alertă" ; de asemenea variaţiile viscozităţii, densităţii sau temperaturii lichidului pompat. Dar ruperea unei conducte produce o variaţie bruscă a debitului în locul defectului şi, deoarece lichidele sînt incompresibile, această impulsie este transmisă, rapid şi fără atenuarea importantă, celor două posturi de măsură, producînd un vîrf important la ieşire.

Locul unde s-a produs scăparea poate fi dedus din diferenţa de timp a detectării la cele două posturi de măsură.

Cheltuielile de exploatare sînt foarte reduse, deoarece diafragmele nu au piese mobile cufundate şi practic nu suferă nici o uzură.

Dat fiind costul redus al acestui sistem poate fi folosit la conductele de lungime redusă care nu pot fi controlate prin metodele existente ; de asemenea, pe conductele de lungime foarte mare, fără a fi necesară o scurgere de derivaţie. El este eficient şi la canalizările alimentare de la mai multe surse, unde există mai multe ieşiri la extremitatea conductei.

* * * **Detectarea scăpărilor în conducte îngropate, cu ajutorul trasorilor radioactivi.** În : Pétrole Informations, nr. 1205, 5 noiemb. 1971, p. 23.

Detectarea rapidă a scăpărilor în conductele îngropate este importantă atît din punct de vedere economic, cît şi din punctul de vedere al securităţii şi al protecţiei mediului înconjurător.

Pentru detectarea scăpărilor pot fi folosite mai multe metode :

— proba la presiune pe tronsoane de lungime redusă ; aceasta se foloseşte, de obicei, la recepţia lucrării, întrucît atunci cînd conducta este în funcţiune este necesar să se izoleze tronsoanele ;

— folosirea trasorilor.

Principiul este acelaşi pentru orice trasor : introducerea în fluidul transportat prin conductă a unui produs avînd aceleaşi proprietăţi fizice ca şi fluidul transportat şi care poate fi uşor dozat (trasor) şi detectarea prezenţei acestui trasor la nivelul scăpărilor, după curăţarea conductei.

Folosirea trasorilor clasici (fluorescenţi, chimici activi) necesită prelevarea de probe din terenul din vecinătatea conductei, ceea ce nu este întotdeauna posibil.

Trasorii radioactivi permit o detectare rapidă a scăpărilor cu ajutorul unui aparat înregistrator care este introdus în conductă şi a cărui deplasare este asigurată de însuşi fluidul în mişcare în conductă.

Principiul acestei metode este următorul :

Se marchează fluidul adică se introduce în fluidul care circulă în conductă o anumită cantitate de trasor radioactiv, astfel încît să se marcheze un anumit volum de fluid vehiculat.

In ipoteza că conducta prezintă o scăpare, o parte din trasor se va scurge în exterior, astfel încît activitatea injectată în teren să fie independentă de durata şi de forma injecţiei.

După raclare, pentru a se elimina depunerile pe care s-ar putea fixa trasorul, şi spălarea conductei se trimite în conducta ansamblul detector-înregistrator, format din :

— un circuit electronic asociat cu un detector de radiaţii ;

— un indicator al distanţei parcurse, ataşat pe o ruletă odometrică care se rostogoleşte fără alunecare pe o generatoare a conductei, asociat cu un dispozitiv de înregistrare ;

— circuite care declanşează înregistrarea atunci cînd limita de activitate este depăşită ;

— o baterie de alimentare cadmiu-nichel ce poate funcţiona 72 ore.

Ansamblul este plasat într-o capsulă etanşă cu diametrul de 15 cm şi lungimea de 80 cm care poartă ruleta odometrică.

La sosire dispozitivul detector-înregistrator este scos din capsulă şi banda de înregistrare indică, cu aproximaţie de circa un metru, poziţia punctelor pentru care limita de activitate a fost depăşită.

Această depăşire poate avea mai multe cauze :

— fie prezenţa unui densimetru cu absorbţie de radiaţii gama cum se găsesc adesea pe conducte, dar a căror poziţie este cunoscută, fie prezenţa unui branşament, fie prezenţa unor surse radioactive aşezate intenţionat, fie prezenţa scăpărilor.

Detectorul este astfel construit în prezent încît poate detecta scăpări de 6 l/h pentru un debit de 1000 m^3/h.

Nikonov, V. P. **Zonele de distribuţie ale gazelor şi petrolului.** În: Sovetskaia gheologhia, 14, nr. 10, oct.1971, p. 15.

Amplasarea gazelor şi petrolului se caracterizează printr-o zonalitate destul de netă : se cunosc bazine numai gazeifere, reprezentate prin inflexiuni premuntoase şi intermontane (Arcoma, Sacramento ş.a.). sau părţi din ele (Precarpatică, Preappalachee ş.a.) Zonele curat gazeifere de pe platforme sînt legate numai de structurile mari pozitive- bolţi, trepte şi ridicări sub formă de cupole. Bazinele şi zonele curat petrolifere au o dezvoltare mult mai largă (ca număr şi suprafaţă) decît cele gazeifere. Purtătoare de petrol sînt numeroasele infelxiuni marginale şi intermontane sau părţi din ele, iar în platforme sînt petrolifere sau petrogazifere atît structurile mari pozitive, cît şi cele negative. Aceste teritorii nu se individualizează prin limitele bolţilor şi depresiunilor.

Zăcămintele cele mai mari şi excepţionale (unice) de petrol şi de gaze sînt fie numai de petrol, fie numai de gaze. Giganţii de petrol sînt cantonaţi în zonele curat petrolifere, cei de gaze —cu deosebire în zonele petrogazeifere. În inflexiunile marginale nu se găsesc zăcăminte cu rezerve de gaze mai mari de 500 miliarde m^3 ; ori, cei mai mulţi giganţi de petrol sînt legaţi de inflexiunile marginale şi de versanţii vecini de platformă. Zonalitatea regională în amplasarea gazelor şi petrolului, mai ales compoziţia gazelor din diferitele zone şi tipuri de complexe, specificul amplasării zăcămintelor celor mai mari şi excepţionale, precum şi repartizarea în ele a rezervelor pot constitui criterii pentru exploatarea dirijată a gazelor şi petrolului.

* * * **Procedeu antipoluant de ardere a păcurii.** În : Pétrole In formations nr. 1201, oct. 1971, p. 35.

Procedeul Elf de ardere a păcurii — care constă în a arde o emulsie de păcură şi apă —a fost aplicat la scară industrială.

Instalaţiile care folosesc acest procedeu sînt de două feluri :

— arzătoare speciale pentru cazane din locuinţe, care reduc considerabil poluarea aerului, în special în mediul urban ;

— arzătoare pentru tratarea noroaielor şi a reziduurilor lichide industriale care nu pot fi aruncate fără risc considerabil de poluare a apelor.

Încă de la începutul anului trecut, cercetătorii grupului Elf au realizat o serie de măsurări pe mai multe instalaţii cu participarea delegaţilor Organizaţiei naţionale americane de studii şi cercetări asupra poluării aerului din S.U.A. şi a unor cercetători din Republica Federală a Germaniei, specialişti în arderea păcurii.

Din studiile efectuate rezultă următoarele avantaje ale acestui procedeu :

— o reducere simţitoare a excesului de aer necesar combustiei ; ori care ar fi natura şi tipul de păcură, combustia emulsiilor poate fi realizată cu un CO_2 mai ridicat (deci un exces de aer redus) decît cea a păcurii ;

— o scădere cu peste 90 % în greutate a emulsiilor nearse solide ;

— posibilitatea de a folosi păcura grea în locul celei de uz casnic ; combustia păcurii grele sau uşoare emulsionate dă o greutate de solide nearse mai mică decît aceea dată de un arzător bun care foloseşte păcură ;

— o ancrasare redusă a cazanelor, deci operaţie de curăţare redusă ; greutatea funinginii depuse în cazane este redusă cu 90 %.

S-a verificat, de asemenea, că folosirea procedeului Elf permite reducerea emisiei de oxid de azot.

La rafinăria de la Feyzin a fost construit un incinerator pentru distrugerea lichidelor poluate şi a noroaielor de rafinare cu o capacitate de 50 t/zi poluanţi.

* * * **Nou procedeu contra poluării.** În : Pétrole Informations, nr. 1204, 29 oct. 1971, p. 31.

Atunci cînd apele sînt poluate cu hidrocarburi este adesea preferabil ca ele să fie înlăturate şi nu dizolvate cu ajutorul a diferite produse chimice.

Dificultatea constă însă în faptul că se culege mai multă apă decît petrol. Pentru a înlătura acest dezavantaj a fost pus la punct un nou procedeu englez, SLURP.

Dispozitivul este format dintr-un recipient unde apa trece printr-un deversor şi este condusă printr-o ţeavă de aspiraţie pînă la amorsarea unei pompe. Nivelul deversorului faţă de cel al apei poate fi reglat modificînd ritmul de pompare.

Procesul se stabilizează singur. El se adaptează automat la apele agitate; eficienţa lui este aproape 100% pentru apele calme şi pături de grosime mare de hidrocarburi. La o viteză de pompare redusă se va culege petrol cu foarte puţină apă. Dacă viteza de pompare creşte, deversorul se cufundă mai mult în apă pînă cînd apa trece amestecată cu petrol în deversor. Cu cît stratul de petrol este de grosime mai mare, cu atît viteza de pompre este mai mare. Acest dispozitiv este folosit la separatoarele din rafinării şi la sifoanele rezervoarelor.

* * * **O nouă tehnică de foraj înlesneşte scăderea costurilor.** În: Erdöl und Kohle Erdgas-Petrochemie, **24**, nr. 9, sept. 1971, p- 603.

Gulf Research & Developement Co a pus recent la punct o nouă tehnică de foraj rapid, care în faza de încercări a realizat viteze de foraj de 4 pînă la 20 de ori mai mari decît la forajul convenţional. Cu noua tehnică se pot face marşuri de 3 pînă la 7 ori mai lungi ,fără a extrage sapa. Aceste avantaje mari conduc la scăderi însemnate ale costurilor de foraj, mai ales la forajele de peste 3 000 m adîncime, în orice fel de formaţiuni. Noua tehnică foloseşte un jet de particule din oţel, care deschid pe talpa găurii de sondă crestături concentrice. Cu un burghiu convenţional din carburi de wolfram se sparg bavurile rămase între crestături.

* * * **Rezervele de ţiţei din lume cresc mai departe. Zece miliarde de tone mai mult.** În : Erdöl Erdgas Zeitschrift, **87**, nr. 9, sept. 1971, p. 340.

În anul 1971 rezervele cunoscute de ţiţei din lume au crescut de la 73,2 la 83,1 miliarde t sau cu 13,7%, această creştere depăşind de patru ori producţia mondială de ţiţei din 1970.

Peste jumătate din aceste rezerve (46,8 miliarde t) aparţin ţărilor din Orientul apropiat şi mijlociu, după care urmează pe locul al doilea ţările răsăritene ale lagărului socialist, împreună cu Republica Populară Chineză (13,9 miliarde t).

Ţările vest-europene şi-au dublat rezervele, ajungînd la 0,6 miliarde t, în această cifră nefiind însă incluse rezervele noi din zona norvegiană a Mării Nordului şi cele de pe coastele spaniole ale Mediteranei, încă neestimate definitiv.

Faţă de anul precedent, ţările nord- şi vest-africane şi-au mărit rezervele de ţiţei cu 30%, ajungînd să deţină în prezent 9,9 miliarde t, din care cantitatea cea mai importantă revine Algeriei şi Nigeriei.

Continentul american — în frunte S.U.A. şi Venezuela — — cu 10,0 miliarde t rezerve cunoscute de ţiţei, nu a înregistrat nici o creştere faţă de anul precedent, dar în aceste cifre nu sînt incluse rezervele încă neestimate din Alaska.

Australia dispune de 1,9 miliarde t, înregistrînd o uşoară creştere faţă de rezervele anului precedent.

* * * **Montarea conductelor de gaze şi ţiţei cu noua maşină tip S23.** În : Erdöl und Kohle, Erdgas-Petrochemie, **24**, nr. 9, sept. 1971, p. 603.

Shell-Italia în colaborare cu firma italiană Micoperi SpA au realizat şi recent au experimentat în Italia (Tarent) prototipul maşinii ,,S23'', pentru montarea conductelor de gaze şi ţiţei pe fundul mării. Noua maşină deţine caracteristicile unui buldozer şi ale unui clopot de scafandru, din care scafandrul deserveşte maşina în timpul lucrului sub apă, pe baza comenzilor primite prin telefon de la bordul vasului de însoţire. Şanţul în care se montează conducta se execută cu o sapă rotativă cu mişcare verticală şi orizontală. Materialul rezultat din săparea şanţului se evacuează cu ajutorul unei pompe.

Construcţia prototipului permite montarea de conducte în apă cu adîncimea de 65—70 m, dar înlesneşte mărirea acestor adîncimi prin modificări corespunzătoare.

* * * **Rezervor de depozitare cu o capacitate de 800 000 l executat din PVC, cu inserţie din fibre de sticlă.** În : Erdöl und Kohle, Erdgas-Petrochemie, **24**, nr. 9, sept. 1971, p. 604.

Firma PLASTICON N.V., Oldenzaal (Olanda) a livrat recent unul dintre cele mai mari rezervoare de depozitare din lume, construit din PVC cu inserţii de fibre de sticlă, pentru o capacitate de 800 000 l. Rezervorul are 7 m diametru şi 14 m înălţime, cîntărind numai 20 t. A fost transportat din uzină la beneficiar complet montat, ca o singură piesă.

Rezervorul este construit din PVC, avînd lipit pe partea exterioară, după un procedeu propriu al firmei, un strat din răşini poliesterice ranforsat cu fibre de sticlă şi protejat special contra intemperiilor şi atacurilor chimice. Materialul este deosebit de stabil la acizi şi baze.

* * * **Construirea unei instalaţii de lichefiere a gazelor în portul ARZEV (Algeria).** În : Erdöl und Kohle, Erdgas-Petrochemie, **24**, nr. 9, sept. 1971, p. 609.

Algeria are în plan construirea în portul ARZEV a celei mai mari instalaţii de lichefiere a gazelor din lume, cu o capacitate de 10 miliarde Nm^3 pe an. Investiţia va costa 300 milioane dolari. Lucrările vor începe în 1972, timpul de montaj prevăzut fiind de 4 ani. Instalaţia va cuprinde şase unităţi separate de lichefiere a gazelor, trei rezervoare de depozitarea gazelor lichefiate, fiecare de cîte 100 0000 m^3 capacitate, o centrală electronică şi alte anexe.

Gazele lichefiate se vor transporta din Algeria pînă pe coasta de est a S.U.A. cu nouă petroliere ce urmează să se construiască.

ANIC şi British Petroleum (BP) construiesc cea mai mare instalaţie din lume pentru fabricarea albuminei din ţiţei. În : Erdöl Erdgas Zeitschrift, **87**, nr. 9, sept. 1971, p. 343.

Firma ANIC, aparţinînd Grupului ENI (Italia), împreună cu British Petroleum (BP) au fondat societatea ITALPROTEINE SpA, în care partenerii deţin cîte 50 % din capitalul social.

INTERPROTEINE SpA va construi în Sardinia o instalaţie de fabricare a albuminei, cu o producţie anuală de 100 000 t, destinată hranei animalelor. Albumina se va obţine din parafină normală, după un procedeu dezvoltat de British Petroleum, care se ocupă de 12 ani de cercetarea acestui domeniu.

British Petroleum are în curs de construcţie, aproape gata de dare în funcţiune, în Grangemouth (Scoţia) o instalaţie, bazată pe acelaşi principiu, cu o capacitate anuală de 4 000 t, care va pune în curînd pe piaţă primele cantităţi de albumină. O a doua instalaţie, cu o producţie anuală de 16 000 t, va fi pusă în funcţiune pînă la sfîrşitul anului 1971, la Lavera (sudul Franţei).

* * * **Primul petrolier cu vase sferice pentrn transportul gazelor lichefiate.** În : Erdöl und Kohle, Erdgas-Petrochemie, **24**, nr. 9, sept. 1971, p 603.

De curînd a intrat în cursă primul petrolier cu vase sferice ,,Euclides'', pentru transportul gazelor lichefiate pe ruta Atlanticului de nord, între Algeria şi S.U.A. ,,Euclides'' este echipat cu patru vase sferice, fiecare cu o capacitate de 1000 m^3, executate din tablă de oţel aliat cu 9 % nichel şi 9 mm grosime, avînd o bună comportare la temperaturi joase. Forma sferică a vaselor are marele avantaj al calculului exact al încărcării, al folosirii de pereţi mult mai subţiri decît pentru alte forme şi al unui coeficient de siguranţă atît de mare, încît se poate renunţa la un al doilea înveliş protector.

Primele experienţe cu ,,Euclides'' sînt deosebit de promiţătoare.

INFORMAȚII TEHNICO-ECONOMICE

În U.R.S.S. s-a descoperit un important zăcămînt de țiței și gaze naturale în Marea Neagră, în apropierea peninsulei Crimeea.

De asemenea, s-a descoperit petrol (un debit inițial de 70 t/zi) în largul insulei Sahalin.

În largul insulei Kolniev se va fora în curînd primul dintre puțurile care vor indica posibilitățile de exploatare ale Oceanului Arctic.

Se estimează că Siberia occidentală va produce peste 50 000 mil. m^3 gaze naturale în anul 1975, iar producția totală de gaze naturale a U.R.S.S. va fi de circa 300 000 mil. m^3.

În China, industria petrolieră a depășit cu 34,9 % nivelul atins în cursul primului semestru al anului trecut; de asemenea activitatea de forare a crescut cu 81 % față de primul semestru al anului 1970, stabilind astfel un nou record.

În cursul anului au fost terminate și date în funcțiune un număr important de instalații de rafinare de mare și medie capacitate.

În toamna anului trecut s-a inaugurat la Rotterdam un nou depozit de stocare cu o capacitate de 282 000 m^3, dintre care 243 000 m^3 rezervoare cu capac plutitor.

Aceste rezervoare deservesc un chei care poate primi super-petroliere de 250 000 — 300 000 t dw; cheiul are șase brațe de descărcare Chiksan (5 de 16″ diametru și 1 de 12″ diametru), totalizînd o capacitate de descărcare de 20 000 t/h.

Acest depozit comunică prin două conducte (una de 16″ diametru cu o capacitate de transport de 1 200 m^3/h și una de 12″ diametru cu o capacitate de transport de 750 m^3/h) cu instalațiile Matex de la Botlek.

În cursul acestui an capacitatea noului depozit va crește cu 184 000 m^3 prin construirea a noi rezervoare de țiței cu capac plutitor.

U.R.S.S. a comandat unui șantier olandez o navă specializată pentru pozarea conductelor pe fundul mării. Această navă va folosi la pozarea unei conducte între Baku și Selekev pe coasta orientală a Mării Caspice, pentru transportul gazelor naturale.

În Anglia, instalația de transformare a gazelor naturale de la Pickering, Yorkshire, a fost oficial inaugurată în luna septembrie 1971. În această instalație se tratează gazele naturale aduse prin conducte de la o distanță de 10 mile, de la Lokcton, primul zăcămînt important; după tratare gazele sînt pompate în rețeaua de distribuție a lui Gas Council. Se prevede că debitul va fi de 75 mil. picioare cubice/zi.

Noua stație terminală de gaze naturale de la Theddlethorpe în Lincolnshire, care va primi producția zăcămîntului Viking din Marea Nordului, va fi legată la conducta de alimentare nr. 7 a lui Gas Council printr-o conductă de 22 mile lungime.

În Olanda, livrările de gaze naturale în primul semestru al anului 1971 au atins 21 mil. m^3, cu 35 % mai mult decît în aceeași perioadă a anului 1970. Consumul particular a crescut de la 5 200 la 6 300 mil. m^3, cel industrial de la 5 000 la 6 800 mil. m^3, iar exportul de la 5 600 la 8 000 mil. m^3.

Conform unui studiu efectuat de Netherlands Chemical Industry Association, se estimează că în cursul acestui an capacitatea de rafinare a Olandei va crește de la 77 mil.t/an la 95 mil.t/an.

În raportul prezentat de SMPA se arată că zăcămîntul de gaze naturale de la Leeuwarden la 40 mile, la vest de zăcămîntul de la Groningue, are rezerve recuperabile de încă 125 bilioane picioare cubice. Descoperirea recentă de la Zuidwal la vest de Leeuwarden, în Waddenzee este de mărime mijlocie; zăcămîntul de gaze naturale se găsește între 5 940 și 7 000 picioare adîncime.

De asemenea, prin îmbunătățirea metodelor de recuperare secundară, producția zăcămîntului de la Schoonebeck, în provincia Drenthe, descoperit acum 25 de ani, va fi mărită de la 2 600—2 700 m^3/zi în prezent, la 3 500 m^3/zi.

În Italia se va construi, în largul portului Genua, o insulă artificială pentru acostarea petrolierelor uriașe de 500 000 tone.

În Elveția, începînd de la 1 octombrie 1971, conținutul maxim de plumb autorizat în benzină — pînă la această dată de 0,63 g/l pentru toate categoriile — — a fost stabilit la 0,57 g/l pentru supercarburanți și 0,54 g/l pentru benzinele obișnuite.

În Portugalia s-a semnat un contract pentru construirea unei rafinării cu o capacitate de 6 mil. t/an la Sines, la sud de Lisabona.

De asemenea, capacitatea rafinăriei de la Sacor, în apropierea localității Oporto, va fi mărită de la 2 la 4 mil. t/an pînă la sfîrșitul acestui an.

În Albania producția de țiței a crescut cu 46 % în ultimul plan cincinal, de la 821 000 t în anul 1965 la 1 199 000 t în anul 1970. Pentru viitorul plan cincinal se prevede o creștere de 6 %, producția posibilă fiind de 2 014 000 t în anul 1975.

Capacitatea de 600 000 t/an a rafinăriei de la Abidjan, pe Coasta de fildeș, va fi mărită pînă la 800 000—900 000 t/an în cursul acestui an și apoi la 1,6 mil. t/an în cursul anului 1974.

În India a fost terminată conducta de transport al țițeiului de 150 km lungime, între zăcăminte de la Kalol și Nawaganm și rafinăria de la Gujarat; această conductă a costat 36 mil. rupii.

În Singapore s-a semnat contractul pentru mărirea capacității rafinăriei de la Jurong de la 27 000 la 175 000 barile/zi; lucrările vor fi terminate la sfîrșitul anului viitor. Din totalul investițiilor de 50 mil. dolari U.S. 5—7 % vor fi consacrate pentru combaterea poluării atmosferei, prin înlăturarea sulfului, epurarea apei și controlul arderii.

Rafinăria va comunica prin conducte submarine cu noile instalații de amaraj pentru petrolierele de 200 000 tdw. Instalațiile de stocare vor consta în cinci rezervoare de țiței cu o capacitate de 2 mil. barile.

În Indonezia a fost inaugurată rafinăria Putri Tudjuh cu o capacitate de 100 000 barile/zi, situată la Dumai, în provincia Rian, în sudul peninsulei Sumatera.

În Australia au început lucrările de mărire a capacității de rafinare a rafinăriei de la Kurnell, în apropierea orașului Sydney, dat fiind creșterea producției de țiței din Strîmtoarea lui Bass. Lucrările, care vor costa 20 mil. dolari australieni, vor fi terminate în anul viitor.

În S.U.A., exploatările prealabile efectuate de un consorțiu format din 34 societăți petroliere au confirmat

existența unor zăcăminte de petrol și gaze naturale comercializabile, pe platforma continentală, la mai puțin de 30 mile distanță de coasta de la Long Island.

În Panama se construiește o rafinărie cu o capacitate de 70 000 barile/zi și o stație terminală marină în golful Las Minas pe coasta Mării Caraibilor, în apropierea localității Colon.

Societatea Națională de gaze din Iran a încheiat un contract cu două societăți japoneze Mambeni Iida și Fuji Oil pentru exportul de gaze naturale lichefiate iraniene în Japonia.

Acest acord prevede exportarea a 5—8 miliarde m³/an gaze naturale lichefiate din zăcămîntul din Qeshm Island, în Golful Persic, descoperit în 1969.

În Canada, s-a descoperit un zăcămînt de petrol și gaze naturale în largul Coastei Arcadiei. Forajul efectuat la Sable Island a reperat 17 zone impregnate cu gaze naturale, petrol și condensate.

Aceasta este prima descoperire efectuată în zona canadiană a Oceanului Atlantic și numeroase societăți petroliere sînt angajate într-un vast program de explorare a acestei regiuni.

În Algeria se va construi o a doua conductă de transport al gazelor naturale de la Hassi R'Mel la Arzew. Conducta, de 507 km lungime și cu un diametru de 40″, va avea o capacitate inițială de 6,4 miliarde m³/an, care va putea fi ulterior mărită la 13,5 miliarde m³/an. Costul lucrărilor va fi de 45 mil. dolari.

În Columbia britanică se va construi o uzină de deshidratare a gazelor naturale, în nord-vestul țării, la circa 260 km la nord de Fort Nelson. Lucrările vor fi terminate în luna noiembrie și vor costa 8 mil. dolari. Capacitatea acestei uzine va fi de 188 mil. picioare cubice/zi.

În Republica Federală a Germaniei Deutsche Shell A.G. va mări capacitatea rafinăriei de la Ingolstadt de la 3 000 000 t/an la 8 500 000 t/an pînă în anul 1974. Lucrările vor costa circa 350 mil. D.M., dintre care 10 % vor fi destinate protecției mediului înconjurător.

Dat fiind investițiile importante pe care le-ar cere modificarea a patru rafinării de mică capacitate din vestul Canadei pentru a produce benzină cu conținut redus de plumb, Imperial Oil Ltd a decis să le desființeze și să construiască o rafinărie la Edmonton în provincia canadiană Alberta, care va costa 200 mil. dolari. De îndată ce această rafinărie va fi terminată, rafinăriile existente la Edmonton și la Calgary în provincia Alberta, la Regina, în Saskatchewen și la Winnipeg, în Manitola vor fi închise. În fiecare din aceste orașe va fi construită o conductă de transport al produselor rafinate la Edmonton.

În Iran se studiază dublarea capacității rafinăriei de la Teheran (de la 5 000 000 la 10 000 000 t/an). De asemenea producția de gaze naturale lichefiate cum și cea de asfalt vor fi mărite.

NIOC a încheiat un acord prealabil pentru construirea unei conducte de țiței de 750 km lungime între Ahwez și rafinăria de la Teheran.

În Nigeria se va construi o conductă pentru transportul petrolului din zăcămintele Ebocha Mbede pînă în estuarul fluviului Brass. Conducta va avea 100 km lungime și 20″ diametru. Lucrările vor fi terminate în cursul acestui an.

În Italia a intrat în funcțiune rafinăria de la Volpiano cu o capacitate de 4 mil. t/an a cărei construcție a costat 41 miliarde lire.

În Canada a fost inaugurată rafinăria de la Saint Romuald, în apropierea orașului Québec. Această rafinărie are o capacitate de 5 mil. t/an și a costat 34 mil. lire sterline.

În Iran a intrat în funcțiune noua rafinărie de la Kermanchab, a cărei capacitate este de 15 000 barile/zile.

În Arabia Saudită societățile japoneze Chiyoda Chemical Engineering și Mitsubishi Shojy Kaisha vor efectua lucrările de extindere ale rafinăriei de la Djeddab (de la 600 000 la 2 250 000 t/an) și de construcție a unei noi rafinării cu o capacitate de 750 000 t/an la Riyad.

În orașul Stuttgart s-a dat în funcțiune primul depozit de gaze naturale lichefiate din Republica Federală a Germaniei. Acest depozit are o capacitate de 17 mil. m³.

În Suedia, autoritățile portului Goteborg au decis mărirea canalului de acces al portului petrolier Torshamm pentru a putea primi petroliere de 250 000 t dw. Lucrările vor dura un an și vor costa 4 000 000 coroane suedeze.

Întrucît se prevede că aceste instalații vor fi insuficiente în viitor se studiază construirea unui nou port petrolier la Stora Varholmen.

În Marea Britanie se vor construi opt rezervoare de stocare la rafinăria de la Milford Haven. Costul lucrărilor care vor fi terminate în cursul acestui an este de 1 milion lire sterline.

În Japonia se va construi o nouă rafinărie la Chita, unde va fi tratat țițeiul provenit din zăcămîntul submarin de la Kbafji.

Rafinăria va avea o capacitate de 5 mil. t/an.

În Italia, Esso Standard Italian va construi o uzină de lubrifiante la Augusta. Uzina, cu o capacitate de 400 000 t/an va fi cea mai importantă din Europa. Costul instalațiilor va fi de 40 miliarde lire italiene. Cea mai mare parte din producția acestei uzine va fi suportată de piețele europene, nord africane și din orientul mijlociu.

În S.U.A. Union Oil of California și Ralph M. din Los Angeles au pus la punct un nou procedeu contra poluării atmosferei, pentru recuperarea micilor cantități de sulf, conținute în gazele de evacuare de la unitățile de recuperare primară a sulfului.

Acest nou procedeu a fost aplicat într-o instalație-pilot de la rafinăria Union din Los Angeles și s-a obținut recuperarea a circa 99,9 % din sulful disponibil (prin vechea metodă de recuperare numai circa 95 %). Instalațiile necesare pentru aplicarea acestui nou procedeu costă 6 mil. dolari.

Instalație de forare cu două etaje. În U.R.S.S. o instalație de foraj cu două nivele a forat un puț în Siberia. Spre deosebire de instalațiile obișnuite, elementele principale (siloz de noroi, pompe) sînt dispuse pe verticală, în două etaje.

Experiența arată că această instalație de foraj prezintă avantaje importante. Ea ocupă o suprafață de două ori mai mică, ceea ce este foarte important atunci cînd se forează în terenuri mlăștinoase, cu ajutorul insulelor artificiale.

RECENZII

V. ANASTASIU și A. PURCEL : **Practica extracției țițeiului** Ed. tehnică, București, 1971, 561 p.

Lucrarea este o reeditare îmbunătățită și actualizată a primei ediții apărută în anul 1953 cu titlul „Extracția țițeiului", sub semnătura acelorași autori.

Cartea este alcătuită din patru părți, care însumează un număr de 18 capitole, începînd cu noțiuni de fizica zăcămîntului și hidraulică subterană și terminînd cu recomandări referitoare la măsurile de tehnica securității și protecția muncii în extracția țițeiului.

Materialul este astfel sintetizat, încît cititorul poate găsi tratate aproximativ toate problemele majore legate de extracția țițeiului, și anume : curgerea fluidelor prin medii poroase, calculul rezervelor de țiței, metodele de exploatare, procedeele, tehnologiile și instalațiile de punere în producție a sondelor, noțiunile de exploatare prin metode secundare, intensificarea extracției, lucrările de intervenții și reparații la sonde, instalațiile de colectare și de tratare a țițeiului, dispozitivele și schemele de automatizare a procesului de extracție și recomandări privind măsurile ce trebuie luate pe linia respectării normelor de tehnica securității și de protecția muncii.

La elaborarea cărții autorii au avut în vedere specificul industriei extractive de țiței, și anume faptul că această ramură de activitate, datorită vechimii ei în țara noastră (aproximativ 115 ani), folosește foarte multe tipuri de instalații, de la cele mai vechi pînă la cele mai moderne. De asemenea, s-a ținut seamă de multitudinea și de complexitatea fenomenelor și a problemelor pe care un specialist trebuie să le înțeleagă și să le cunoască pentru a putea lua măsurile cele mai indicate, în scopul extragerii unor cantități cît mai mari de țiței, cu cheltuieli cît mai mici.

Autorii au meritul, în special, că au știut să dozeze un material foarte vast în așa fel, încît în 561 de pagini să trateze aproximativ uniform, proporțional cu complexitatea fenomenelor, toate problemele care se întîlnesc în practica extracției țițeiului.

Deși nu se poate spune că lucrarea este exhaustivă, întrucît ea nu epuizează întrega gamă de probleme din această ramură de activitate, în sensul adîncirii lor, totuși cartea inginerilor Anastasiu și Purcel pune la îndemîna specialiștilor — tehnicieni și ingineri — soluțiile tehnice de rezolvare imediată a majorității situațiilor ce se pot ivi în industria extractivă de țiței.

Prin publicarea acestei lucrări Editura tehnică a îmbogățit substanțial literatura de specialitate, oferind un prețios ajutor tuturor petroliștilor, întrucît, datorită experienței bogate și a cunoștințelor teoretice aprofundate ale autorilor, cartea constituie un îndrumar absolut necesar pentru toți specialiștii din acest domeniu.

„Practica extracției țițeiului" este scrisă într-un limbaj tehnic și matematic accesibil tuturor categoriilor de lucrători din acest sector de activitate. Fără să fie încărcată de formule, lucrarea descrie cauzal majoritatea fenomenelor și situațiilor care se întîlnesc, dînd și relații matematice de determinare a soluțiilor tehnice necesare pentru fiecare caz în parte.

Ea poate servi atît pentru informarea personală și a tehnicienilor și a inginerilor care lucrează pe șantiere, precum și la întocmirea unor programe tehnologice speciale pentru producție ; putînd fi difuzată atît la noi în țară cît și peste hotare.

O trăsătură caracteristică a lucrării este aceea că descrierile fenomenelor, ale instalațiilor și ale tehnologiilor de lucru se fac folosindu-se material ilustrativ, atît de ansamblu cît și de detaliu. De asemenea, se prezintă comparativ în unele cazuri, performanțele în exploatare, ale unor agregate și instalații moderne, pe care autorii le recomandă spre a fi folosite în practica extracției de țiței.

* * * **Geology of Giant Petroleum fields**. T. Halbouty Published by The American Association of Petroleum, Geologists Tulsa Oklahoma, U.S.A., noiemb. 1970, 544 p. (în limba engleză).

Cartea respectivă este o culegere de articole care sintetizează în ansamblu geologia cîmpurilor petrogazeifere din lumea întreagă.

Lucrarea are ca obiect principal studiul bazinelor petrogazeifere ale globului terestru, a căror cunoaștere prezintă o deosebită importanță pentru prospectarea, explorarea și exploatarea zăcămintelor.

Cunoașterea condițiilor geologice complexe ale principalelor bazine sedimentare și structuri petrogazeifere din diferite țări este necesară și folositoare pentru specialiștii ce activează în acest domeniu, prin corelarea acestor condiții cu datele geofizice și geochimice, fapt ce asigură o eficiență maximă a cercetărilor geologice.

Lucrarea cuprinde un număr de 28 de articole, 544 de pagini, numeroase grafice, tabele și hărți.

Sînt descrise principalele bazine petrogazeifere repartizate pe continente, țări și regiuni, fiind clasificate din punct de vedere tectonic, stratigrafic și ca distribuție, în limitele lor, a zonelor de acumulare de petrol și gaze, precum și ca tipuri de zăcăminte și de colectori.

Avînd un caracter de sinteză, atît sub aspectul stadiului actual de cunoaștere a genezei și a formării zăcămintelor de hidrocarburi, cît și al cercetărilor în domeniul respectiv, lucrarea s-a dovedit a fi foarte utilă, în special pentru lucrările de cercetare ce se vor executa în viitor.

Din studiul lucrării respective se constată că numeroase regiuni, considerate cu cîteva decenii în urmă ca lipsite de interes din punctul de vedere al perspectivelor pentru hidrocarburi, au devenit ulterior zăcăminte importante, în unele cazuri situîndu-se chiar pe primele locuri, în ceea ce privește aportul la producția mondială de petrol și gaze.

Lucrarea se încheie cu o clasificare foarte amănunțită a marilor regiuni petrogazeifere de pe glob, în ordinea mărimii rezervelor.

De asemenea, se arată și evoluția producției de petrol pentru fiecare țară producătoare.

Prin problemele pe care le tratează la nivelul actual al științei pe baza unei bogate documentații, lucrarea este bine venită în literatura de specialitate, fiind printre puținele de acest gen, ceea ce face ca traducerea ei în limba română să fie foarte necesară.

Revista PETROL și GAZE Redacția : București, Bd. Nicolae Bălcescu nr. 16 Sector 1, telefon 14. 72. 10/141. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament ; Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere telefon 14 72 10/141 Bd.Nicolae Bălcescu, 16 cont 640 301-14. Banca Națională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector 1 București. Tarif pertru întreprinderi ; lei 160 anual ; tarif pentru abonamente individuale : lei 30 anual. Prețul unui manual lei 8. Taxele poștale plătite în numerar pe anul 1972 conform aprobării D.P.D.P. nr. 10/9416/1971.

Lei 8

I. P. I. c. 3007

14 330

PLAN TEMATIC

al revistei „PETROL şi GAZE" pentru anul 1972

Comitetul de redacţie al revistei PETROL ŞI GAZE propune colaboratorilor revistei să-şi îndrepte preocupările asupra următoarelor probleme care urmează să fie dezbătute în coloanele revistei în cursul anului 1972

GEOLOGIE, GEOFIZICĂ

- Probleme legate de geneza şi migrarea ţiţeiului şi gazelor în legătură cu iegile formării şi repartiţiei acumulărilor de hidrocarburi pe marile unităţi structurale.
- Metodologia şi problemele legate de calculul rezervelor de prognoză.
- Contribuţii la stratigrafia şi tectonica unităţilor geologice şi a zonelor petroliere şi gazeifere din ţara noastră.
- Metode şi criterii de corelare şi orizontare stratigrafică.
- Tipuri de zăcăminte şi capcane şi metodica lor de prospectare şi explorare.
- Noi metode geofizice de prospecţiuni şi explorări.
- Rezultate noi în metodologia prelucrării şi interpretării datelor geofizice.
- Procedee tehnologice noi privind geofizica de şantier.
- Probleme de geochimie a zăcămintelor de ţiţei şi gaze.
- Metode de perforare a sondelor şi eficacitatea lor.
- Aspecte ale eficienţei economice în lucrările de cercetare geologică.
- Probleme noi în organizarea sistemului de culegere şi prelucrare a datelor de informare geologică.
- Aspecte şi probleme ale intensificării şi aplicării calculului matematic în lucrările de cercetare geologică.
- Aspecte ale proiectării şi planificării lucrărilor geologice.
- Probleme ale organizării şi conducerii lucrărilor geologice în prospecţiune, explorare, exploatare.

FIZICA ŞI MECANICA ZĂCĂMINTELOR

- Studii privind proprietăţile ţiţeiului, gazelor şi apei în condiţii de zăcământ.
- Studii privind proprietăţile rocilor-magazin şi caracterizarea neuniformităţilor acestora.
- Prevederea comportării zăcămintelor în perioada de exploatare.
- Cercetarea sondelor şi zăcămintelor.
- Studii privind dislocarea reciprocă a fluidelor în medii poroase uniforme şi neuniforme la scară macro şi microscopică.
- Posibilităţi de dirijare a procesului de exploatare în scopul obţinerii unei recuperări mari.
- Investigarea zăcămintelor cantonate în roci carbonatate.
- Metode noi de mărire a factorului de recuperare.
- Cazuri interesante în exploatarea unor zăcăminte.

EXPLOATAREA ZĂCĂMINTELOR

- Metode de menţinere a presiunii în zăcământ.
- Metode de recuperare secundară.
- Metode speciale de exploatare a zăcămintelor (termice, injecţie de apă cu viscozitate mărită, injecţie de fluide miscibile, injecţie CO_2 etc.)
- Pregătirea sondelor pentru injecţie. Metode pentru creşterea receptivităţii stratului.
- Agenţi de lucru folosiţi în procesele de injecţie pentru menţinerea presiunii şi recuperarea secundară.
- Apele reziduale în procesele de injecţie.
- Instalaţii şi echipamente în procesele de injecţie.

FORAJ

- Forajul cu motoare de fund.
- Forajul sondelor cu diametre mici.
- Forajul de mare adîncime.
- Traversarea şi deschiderea formaţiunilor productive.
- Sape şi carotiere.
- Forajul rotativ cu sape cu jet.
- Pierderi de circulaţie şi combaterea lor.
- Noi scheme de montaj al instalaţiilor de foraj.
- Noroaie speciale de foraj.
- Cimentarea sondelor-materiale şi metode noi.
- Mecanizarea proceselor grele de foraj.
- Prăjini şi utilaj de fund.
- Probleme legate de construcţia sondelor.

EXPLOATAREA SONDELOR DE ŢIŢEI ŞI GAZE

- Metode pentru mărirea productivităţii şi receptivităţii sondelor.
- Intensificarea afluxului de ţiţei în gaura de sondă (fisurări, tratamente chimice şi termochimice, pompaj forţat).

INTENSIFICAREA EXTRACŢIEI DE ŢIŢEI ŞI GAZE

- Soluţii şi tehnologii noi de intensificare a afluxului de ţiţei în gaura de sondă, la sonde de mare adîncime.
- Construcţii noi şi sisteme automatizate în colectare, tratare şi transportul ţiţeiului.
- Metode noi de punere în producţie.
- Exploatarea sondelor de mare adîncime.
- Combaterea viiturilor de nisip (cercetări, posibilităţi de extindere a metodelor cu rezultate favorabile).
- Combaterea depunerilor de parafină în procesul de exploatare a sculelor.
- Scheme moderne şi dispozitive pentru exploatarea sondelor în gazlift continuu şi intermitent.
- Aspecte moderne şi îmbunătăţirea exploatării prin pompajul de adîncime.
- Folosirea pompelor centrifuge de fund şi extracţia ţiţeiului.
- Îmbunătăţirea regimului tehnologic la sondele de producţie.
- Exploatarea multiplă şi selectivă a straturilor productive prin aceeaşi sondă.
- Exploatarea sondelor de gaze naturale.
- Îmbunătăţirea operaţiilor de intervenţii şi repararea sondelor.
- Probleme de organizarea procesului de lucru în sectorul de extracţie.
- Probleme energetice în sectorul extracţiei ţiţeiului.
- Controlul producţiei în schele.

UTILAJE DE EXTRACŢIE

- Utilaj modern folosit în extracţie (realizări importante în domeniul extracţiei).
- Construcţii speciale de pompe de extracţie.
- Probleme de energetică.
- Funcţionarea şi exploatarea compresoarelor.
- Montarea, exploatarea şi întreţinerea utilajului de extracţie.
- Probleme în legătură cu montajul şi exploatarea pompelor de adîncime (atelier, echipament).

TRANSPORTUL ŢIŢEIULUI ŞI AL GAZELOR NATURALE

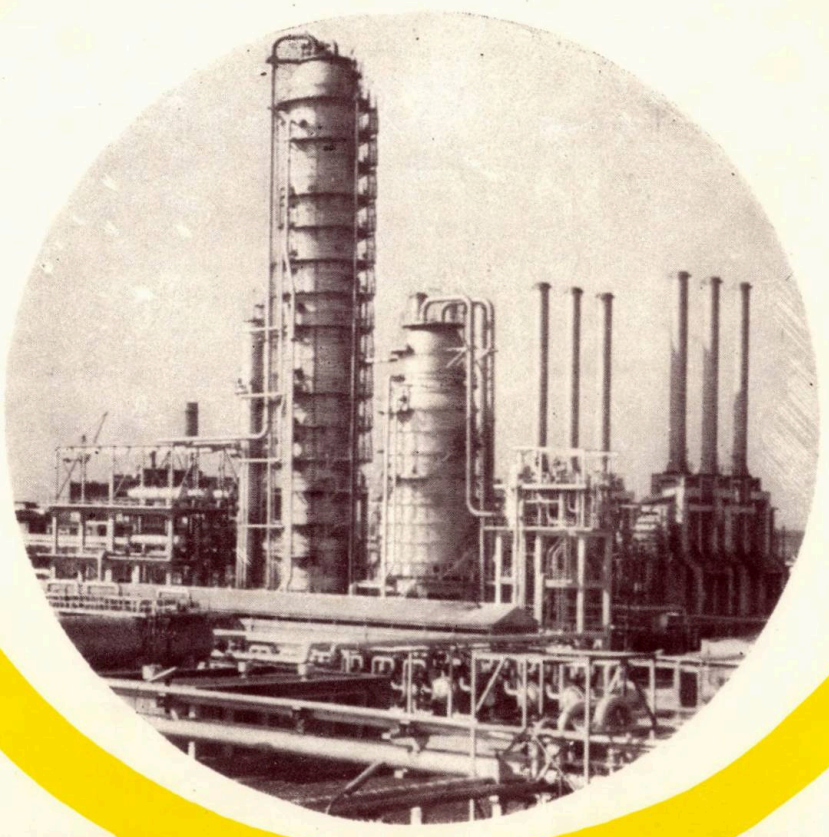
- Colectarea şi pregătirea gazelor pentru transport.
- Metode noi de tratare a ţiţeiului şi de reducere a pierderilor.
- Colectarea, tratarea şi transportul ţiţeiurilor grele şi vîscoase.
- Proiectarea, construirea şi exploatarea conductelor magistrale pentru transportul gazelor naturale.
- Proiectarea, execuţia şi exploatarea reţelelor de distribuţie.

PRELUCRARE

- Probleme legate de gospodărirea apelor în rafinării, reducerea consumului de apă pe tona de ţiţei prelucrat, epurarea apelor reziduale, posibilităţi de refolosire a apelor reziduale epurate.
- Problema recuperării uleiurilor uzate, întrebuinţarea uleiurilor regenerate.
- Rezolvări moderne ale problemelor legate de gudroanele acide
- Calitatea produselor petroliere inclusiv produse noi (combustibili, lubrifianţi, bitumuri etc.) ţinînd seama de necesităţile tuturor ramurilor industriale şi de nivelul calităţii produselor pe plan mondial.
- Procese noi în prelucrarea modernă a ţiţeiului şi eficienţa lor economică.
- Provenienţa pierderilor şi mijloacele de combatere a lor.
- Metode de urmărire şi reducere a consumurilor specifice şi determinarea lor ştiinţifică.
- Metode şi instalaţii moderne de desalinare a ţiţeiurilor (maximum 30 mg NaCl/l) : urmările alimentării instalaţiilor cu ţiţeiuri de aceeaşi puritate.
- Metode de îmbunătăţire a calităţii produselor, adaptarea instalaţiilor existente pentru obţinerea produselor de calitate superioară.
- Utilizarea izotopilor radioactivi în procese de prelucrare.
- Aditivi pentru carburanţi şi lubrifianţi.
- Probleme de petrochimie : materii prime livrate de rafinării pentru industria chimică organică, rezultate din procese specifice rafinăriilor şi din procese secundare speciale : tehnologie, puritate.
- Utilizarea materialelor plastice şi a răşinilor sintetice în rafinării.
- Pregătirea şi organizarea reparaţiilor curente şi capitale în rafinării.
- Probleme legate de creşterea productivităţii muncii şi reducerea preţului de cost : descoperirea resurselor interne în rafinării, coroziunea în rafinării.
- Valorificarea deşeurilor.
- Inovaţii şi metode noi în scopul generalizării lor în rafinării.
- Controlul proceselor tehnologice în rafinării.
- Probleme de energetică a rafinăriilor de prelucrare a ţiţeiului.

PROBLEME TEHNICO-ECONOMICE

- Organizarea ştiinţifică a producţiei şi a muncii în industria de petrol şi gaze.
- Realizări şi perspective privind îmbunătăţirea indicatorilor tehnici şi economici ca urmare a introducerii tehnicii noi în toate sectoarele de activitate ale industriei petrolului şi gazelor.
- Preocupări, metode aplicate şi rezultate obţinute în industria de petrol în legătură cu asigurarea îndeplinirii sarcinilor de creştere a productivităţii muncii şi reducere a preţului de cost.
- Probleme privind determinarea limitei economice de exploatare a sondelor.
- Investiţiile în industria petrolului — respectarea termenelor de punere în funcţiune a capacităţilor noi, îmbunătăţirea fondurilor fixe, metode de calcul şi realizări privind eficienţa economică a acestora.
- Metodologii de calcul al productivităţii muncii în forajul sondelor — discuţii şi propuneri de îmbunătăţire.
- Căi pentru îmbunătăţirea metodologiei de întocmire a documentaţiei de proiectare şi de deviz privind construcţia sondelor.
- Aspecte din munca de pregătire a tehnicienilor şi inginerilor petrolişti în şcoli şi institute, în perioada practicii de producţie şi de stagiu.
- Îmbunătăţirea activităţii aprovizionării tehnico-materiale în industria de petrol, preocupări în legătură cu evitarea imobilizărilor de fonduri, descoperirea şi folosirea rezervelor interne.
- Automatizarea evidenţei şi optimizarea proceselor.
- Utilizarea sistemelor de prelucrare automată a datelor în industria de petrol şi gaze.
- Perfecţionarea cadrelor tehnice şi ştiinţifice în industria de petrol.
- Legătura între teorie şi practică, între cercetările ştiinţifice şi activitatea industrială.
- Rolul şi îmbunătăţirea documentării în industria de petrol.
- Aprecierea eficacităţii economice a cercetărilor ştiinţifice.
- Eficienţa economică a explorării.
- Epurarea, tratarea şi folosirea apelor reziduale.
- Protecţia muncii în industria de petrol şi gaze.



PETROLEXPORT

BUCHAREST–ROMANIA

20, Gheorghe Gheorghiu-Dej Blvd.

Telephone : 15 . 70 . 17 . Telex: 266

Offers a large assortiment of the following oil-products :

ROMANIAN LUBRICATING OILS—"PECO" REGISTRED TRADE MARK

First class products vastly used for maintenance of engine and industrial installations :

— Engine Oils ; — Textile Oils ; — Transformer Oils ; — Transmissions Oils ; — Turbine Oils — Axle Oils ; — Cylinder Oils.

Irreproachable supplies in bulk or in metal drums of about 220 l.

DARK MARINE DIESEL OIL

Romania's petroleum industry offers special fuels for stable Diesel engines of ships and factories

These fuels ensures economical operation of the engines owing to their optimum performances — the result of minimum deposits and lack of corrosive componds.

Viscosity limits can be guaranted in a wide range, adapted to the various types of engines.

The Darck Marine Diesel Oil is supplied overland in tank-cars, overseas in tankers from the ports of Constantza and Giurgiu.

PETROLEXPORT

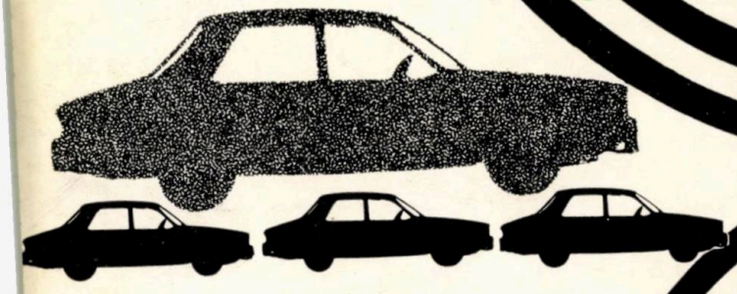
RAFINĂRIA TELEAJEN

Str. Mihai Bravu nr. 217
Telefon: 10700

Produce pentru export:

- uleiuri pentru motoare auto, în diverse sortimente și nivele de aditivare:
  SAE 10 W; SAE 10 W/30;
  SAE 20 W; SAE 20W/40;
  SAE 30; SAE 40 și SAE 50
- uleiuri pentru locomotive Diesel în sortimentele:
  DS 30
  DS 40
- Uleiuri pentru angrenaje auto:
  SAE 80 — EP
  SAE 90 — EP
  SAE 140 —EP

1972 Mai 2



RAFINĂRIA TELEAJEN

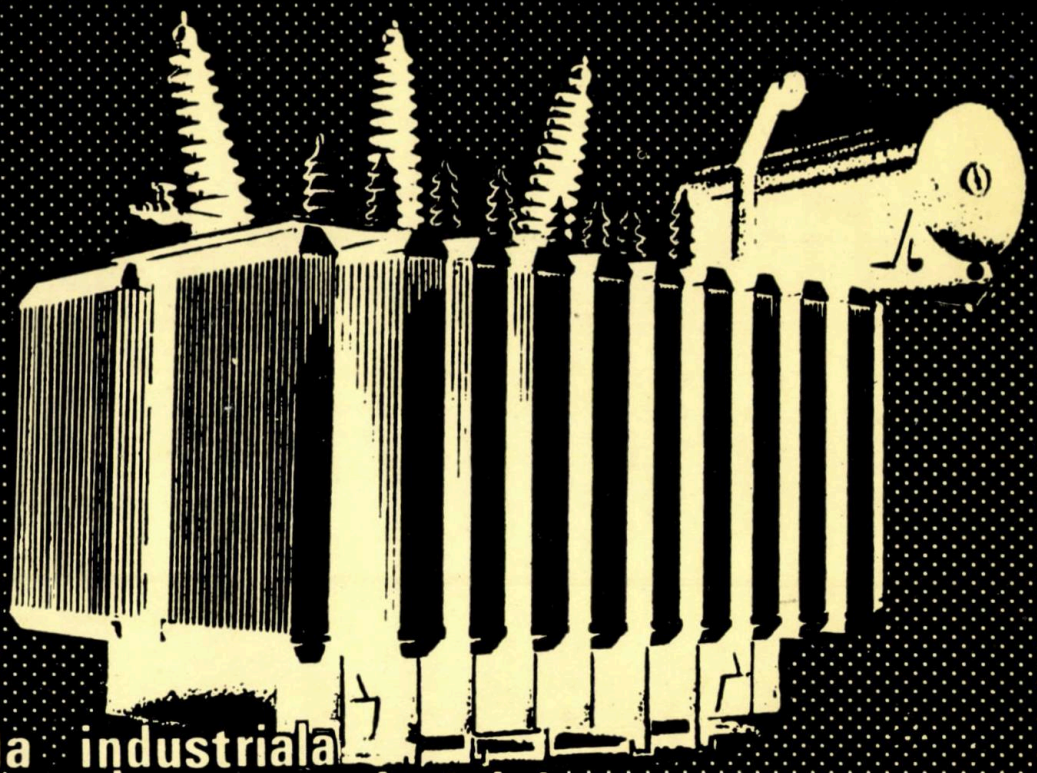
Centrala industrială
pentru prelucrarea țițeiului
PLOIEȘTI
Telex: 019 275
Telefon: 10 500

E 1445

PETROL ȘI GAZE

MARTIE 1972
Vol. 23 p. 129—184
BUCUREȘTI ROMÂNIA

3



Centrala industriala
pentru prelucrarea țițeiului

RAFINĂRIA PLOIEȘTI

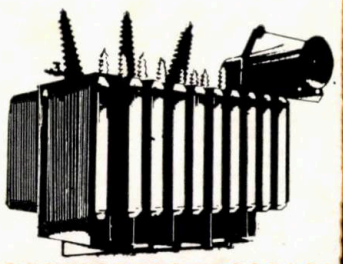
RAFINĂRIA PLOIEȘTI

Bd. Petrolului nr. 59
Telefon 10220

PRODUCE ȘI LIVREAZĂ PENTRU EXPORT:

DUPĂ NORMELE INTERNAȚIONALE

V D E	0370/10.66
B.S.	148/1959
I.S.	355/1963
GOST	982/1956



ULEIURI ELECTROIZOLANTE
LIVRAREA LA CERERE ÎN CISTERNE CF
SAU AMBALATE ÎN BUTOAIE A 200 LITRI

MŰSZAKI KÖNYVTÁR

PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL INSTITUTULUI CENTRAL DE CERCETĂRI CHIMICE – BUCUREŞTI DIN MINISTERUL INDUSTRIEI CHIMICE şi al INSTITUTULUI DE CERCETARE ŞI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ŢIŢEI ŞI GAZE – CIMPINA DIN MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

VOL. XXIII, Nr. 3
martie 1972

CUPRINS

*** **Conferinţa pe ţară a cadrelor de conducere din întreprinderi şi centrale industriale şi de construcţii** 135–136

V. Th. Cerchez şi S. Anton : **Cercetări asupra caracterelor distinctive ale rocilor cu conţinut de hidrocarburi** 137–143

N. C. Iovitzoiu : **Problemele forajului dirijat cu turbina la adîncimi mari.** 144–146

C. Popescu : **Instalaţii şi supape speciale întrebuinţate în erupţia artificială intermitentă** 147–152

C. Savu, C. Giavarini şi I. Zîrnă : **Determinarea parafinei din bitumuri cu ajutorul calorimetriei diferenţiale** 153–155

V. Teodorescu şi M. Stănescu : **Contribuţii analitice la studiul compoziţiei aditivilor sulfonaţi de calciu suprabazici** 156–160

D. Dobrinescu : **Bilanţul exergetic al unei instalaţii de distilare atmosferică** 161–168

P. C. Ţepeluş : **Masele elementelor sistemului de manevră acţionat electric** 169–178

Cronică 179

Notă tehnică 179–180

Documentare 180–181

Ştiri tehnico-economice 181–182

COMITETUL DE REDACŢIE

Dr. ing. Gh. ALDEA, redactor responsabil, dr. ing. Gh. DONŢOV – DANU redactor responsabil adjunct, dr. ing. I. AVRAMESCU, ing. M. BUTUC, ing. V. COMAN, ing. V. COVRIG, ing. V. FILIP, ing. I. GEANGĂLĂ, conf. dr. ing. Gh. GEORGESCU, prof. dr. docent ing. Gr. IOACHIM, membru corespondent al Academiei R.S.R., ing. N. IOANESI, ing. M. LEU, ing. V. NICA, dr. geolog. D. PARASCHIV, chim. F. POPESCU, ing. V. POPESCU dr. ing. N. PUŞCOIU, ing. I. ZÎRNĂ

Redactor
ing. **Aurelia Buricatu**

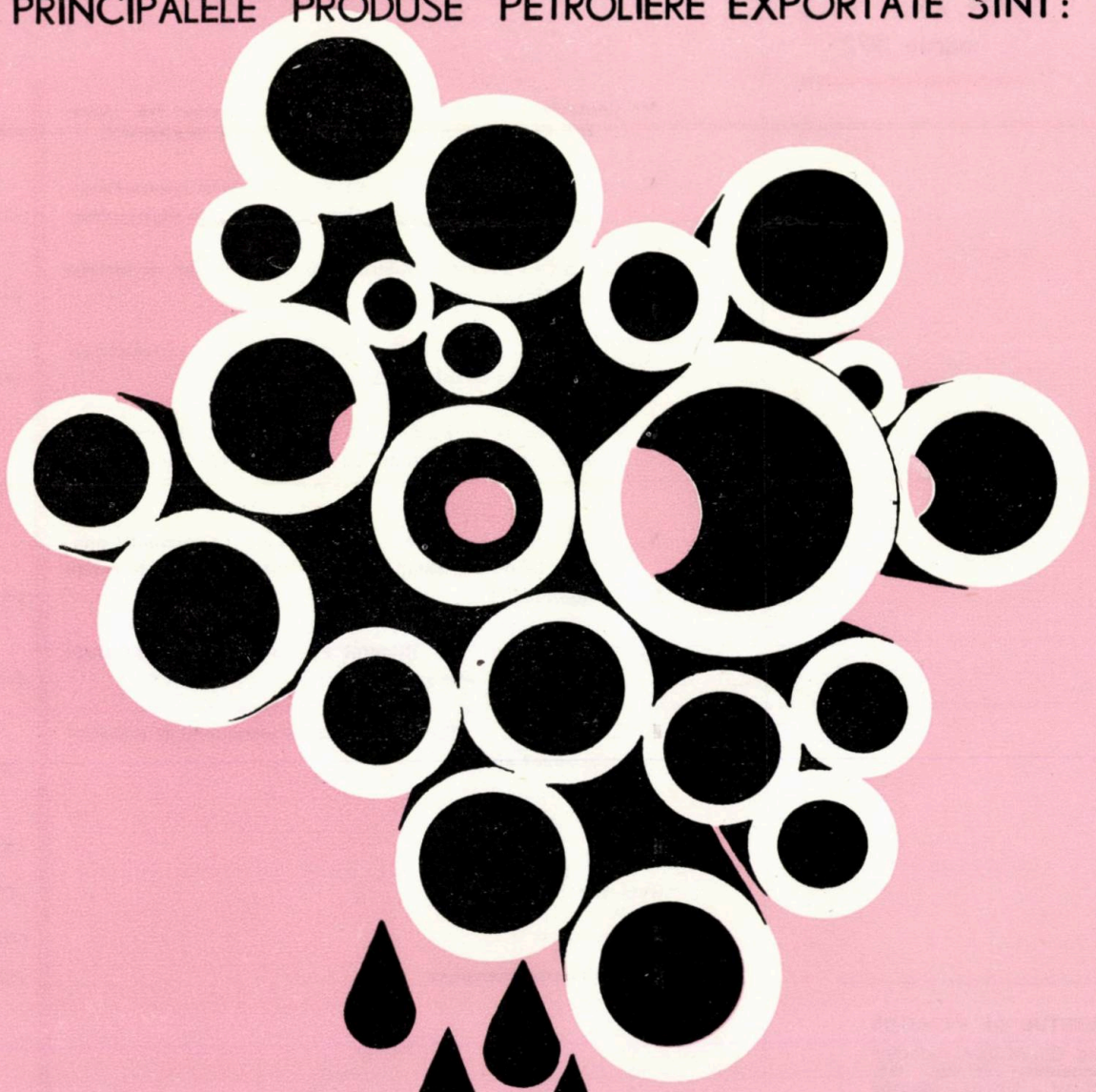
CHIMPEX

CONSTANŢA

Str. Caraiman nr. 2, Telex 014273, telefon 11316, sau 24320

Se ocupă de realizarea exportului şi importului de produse chimice şi petroliere pentru porturile Constanţa, Brăila, Galaţi, Giurgiu

PRINCIPALELE PRODUSE PETROLIERE EXPORTATE SÎNT:



BENZINE PENTRU AUTOMOBILE ■ BENZINE PENTRU AVIOANE ■ PETROL PENTRU TRACTOARE ■ COMBUSTIBIL DIESEL ■ COMBUSTIBIL DIESEL, pentru nave maritime şi fluviale ■ PETROL LAMPANT ■ COMBUSTIBIL PENTRU TURBOREACTOARE – produse caracterizate prin puritate, stabilitate chimică şi volatilitate rapidă şi completă ■ COMBUSTIBIL PENTRU ÎNCĂLZIRE ■ O GAMĂ FOARTE VARIATĂ DE ULEIURI LUBRIFIANTE ■ UNSORI CONSISTENTE ■ BITUM INDUSTRIAL ■ PARAFINĂ ■ PRODUSE PETROLIERE din procese secundare de prelucrare a ţiţeiului ■ SOLVENŢI PETROLIERI ■ BITUM PENTRU DRUMURI

EXPORTĂM DE ASEMENEA:

HIDROCARBURI AROMATICE ■ VASELINE ■ ULEIURI ALBE

ALTE PRODUSE:

— Acetat de vinil monomer, anvelope, acid acetic, acetat de vinil, B naftol, bachelită, bicarbonat, bicromat, coloranţi carbid (diverse sortimente), detoxan, extras de tanin, fibre poliester, nitrocalcar, polietilenă, plăci de celuloid, polistiren, negru de fum, sulfat de aluminiu, sulfat de sodiu, sodă caustică, uree, sodă grea etc.

MŰSZAKI KÖNYVTÁR

CONTENTS

* * * **Editorial** 135—136

V. Th. Cerchez, S. Anton : **Research Concerning the Distinctive Characters of Rocks with Hydrocarbon Content** 137—143

N. C. Iovitzoiu : **The Problems of Directional Turbodrilling at High Depths** 144—146

C. Popescu : **Special Installations and Valves Used in the Intermittent Gas-Lift** 147—152

C. Savu, C. Giavarini, I. Zîrnă : **Determining the Paraffin in the Bitumens by Means of the Differential Colorimetry** 153—155

V. Teodorescu, M. Stănescu : **Analytical Combinations in Studying the Composition of Superbasic Calcium Sulphonate Admixtures** 156—160

D. Dobrinescu : **The Exergetic Balance of an Atmospheric Distillation Installation** 161—168

P.C. Ţepeluş : **The Masses of the Electrically-Driven Operation System** 169—178

V. Th. Cerchez, S. Anton : **Research Concerning the Distinctive Characters of Rocks with Hydrocarbon Content**

Few data are available in the speciality literature concerning the distinctive characters of hydrocarbon-containing rocks. In this paper, after discussing and classifying the recently published results, it is pointed out that by determining the contents of organic carbon, organic extract, extract hydrocarbons, rock hydrocarbons, extract asphaltenes as well as the reducing character, some values are obtained, which can be useful for the distinctive identification of rocks with Kerogen, of hydrocarbon generating rocks and of collecting rocks. By means of the numerical values shown, it is possible to distinguish the three categories of rocks.

In view of the lack of unitary character of each category of rocks, two limits are pointed out in general for each geochemical index.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 3, p. 137
D.C. 552.578

N. Iovitzoiu : **The Problems of Directional Turbodrilling at High Depths**

The paper discusses the problems of directional turbodrilling at high depths. The results obtained in this country are given and it is suggested to use at high depths coupled turbines with inclination angle as well as diamond bits that would allow the directional drilling in these wells to be performed in optimum conditions and in the shortest time.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 3, p. 144
D.C. 622.243.92

C. Popescu : **Special Installations and Valves Used in the Intermittent Gas-Lift**

The functioning characteristics and working parametres of the balanced and partially balanced valves used in the intermittant gas-lift as working valves are described. These valves present the advantage of permitting the passage of a big gas flow thus ensuring a good lifting efficiency without requiring a great difference between the opening- and the closing pressure that would lead to an excessive gas consumption.

Besides the working valve, an intermittent gas-lift installation is equipped with a series of starting valves. The calculus of the fixing depth of these valves is then described. Some information concerning the way in which this calculus is performed and the way of working of the installation are also presented in the final part of the paper.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 3, p. 147
D.C. 622. 245. 7

C. Savu, C. Giavarini, I. Zîrnă: **Determining the Paraffin in the Bitumens by Means of the Differential Colorimetry**

A new way of determining the paraffin in the bitumen is comparatively presented with the analysis method of the Italian National Council of Scientific Research for road bitumens.

The results presented are similar and reproducible, and the method presented is simple, easy to apply and rapid.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 3, p. 153
D.C. 665.637.72 : 536.62

V. Teodorescu, M. Stănescu: **Analytical Combinations in Studying the Composition of Superbasic Calcium Sulphonate Admixtures**

Two admixtures of different origin of the superbasic calcium sulphonates used as detergent admixtures for lubricating oils are analysed comparatively from the constitutional viewpoint. From both admixtures, three zones of substances have been separated by thin-layer chromatography which were extracted from the absorbent and characterised by infrared absorption spectrophotometry as being: A) saturated hydrocarbons; B) aromatic hydrocarbons and C) sulphonates. At the same time, an easy way has been opened for analysing the composition of these admixtures which can be applied to both the laboratory synthesis control and the industrial process control.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 3, p. 156
D.C. 543.422.4 : 621.892.099.6

D. Dobrinescu : **The Exergetic Balance of an Atmospheric Distillation Installation**

The paper firstly contains some general considerations concerning the exergy and exergetic balance. The results obtained on working out the exergetic balances for a classical installation of crude oil distillation are then presented. Finally, different exergetic indexes and energy specific consumption are defined and calculated, and the results obtained by the exergetic balances are interpreted.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 3, p. 161
D.C. 66.048 : 66.012.34

СОДЕРЖАНИЕ

*** **Передовая статья** 135—136

В. Т. Черкез, С. Антон: **Исследования по отличительным характеристикам пород с содержанием углеводородов** 137—143

Н. Новитцою: **Вопросы направленного турбинного бурения на большой глубине** 144—146

К. Попеску: **Специальные установки и клапаны применяемые при периодическом газлифте** 147—152

К. Саву, К. Джаварини, И. Зырнэ: **Определение парафина из битума при помощи дифференциальной колориметрии** 153—155

В. Теодореску, М. Стэнеску: **К вопросу аналитического изучения состава суперосновных сульфонатов кальция** 156—160

Д. Добринеску: **Эксергетический баланс установки по атмосферной перегонке** 161—168

П. К. Цепелуш: **Массы элементов маневровой системы с электрическим приводом.** 169—178

В. Т. Черкез, С. Антон: **Исследования по отличительным хауактеристикам пород с содержанием рглеводородов**

В специальной литературе имеется немного данных относительно отличия характеров пород с содержанием углеводородов. В настоящей работе, после того как обсуждаются и классифицируются последние опубликованные результаты, указывается что путем определения содержания органического углерода, органического экстракта, углеводородов экстракта, углеводородов породы, асфальтены из экстракта, а также и размягчающего характера, получаются ряд величин которые могут служить для отличительного идентифицирования пород керогеном, коренной породы углеводородов, а также и коллекторных пород. При помощи указанных численных величин можно отличить все три категории пород. Учитывая отсутствие унитарного характера каждой категорий пород, для каждого геохимического показателя указываются в общем два предела.

Petrol şi Gaze **23**, 1972, nr. 3, p. 137
Д.К. 552.578

Н. Новитцою: **Вопросы направленного турбинного бурения на большой глубине**

В статье обсуждаются вопросы дирекционального бурения турбиной на большой глубине. Указываются результаты полученные в Социалистической Республике Румыния и предлагается применение для больших глубин турбин соединенных наклонными углами, а также применение алмазных долот которые дадут возможность что бы дирекциональное бурение в этих скважинах проходило бы в наилучших условиях и в самое короткое время.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 3, p. 144
Д.К. 622.243.92

К. Попеску: **Специальные установки и клапаны применяемые при периодическом газлифте**

В этой работе описаны характеристики работы и рабочие параметры уравнительных и частично уравнительных клапанов применяемых в периодическом газлифте в качестве рабочих клапанов. Эти клапаны представляют то преимущество что позволяют проходить большому дебиту газа который обезпечивает хорошую эффективность нефтедобычи, без необходимости большой разницы между давлением открытия и давлением закрытия что привело бы к преувеличенному потреблению газа. Установка для периодического газлифта оснащена кроме рабочих клапанов рядом пусковых клапанов. Далее описывается расчет глубины установки этих клапанов. Способ каким производится этот расчет, а также и работа установки привёдены в конце этой работы.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 3, p. 147
Д.К· 622.245.7

К. Саву, К. Джаварини, И. Зырнэ: **Определение парафина из битума при помощи дифференциальной колориметрии**

Приводится новый способ по определению парафина из битума, по сравнению с методом анализа Итальянского Национального Совета Научных Исследований, по битумам для дорог. Приведенные результаты аналогичны и воспроизводимы, а описанный метод очень прост и легок и не требует много времени.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 3, p 153
Д.К.665.637.72 :536.62

В. Теодореску, М. Стэнеску: **К вопросу аналитического изучения состава суперосновных суьфонатов кальция**

Анализируются сравнительно, с точки зрения состава, две присадки различного происхождения типа суперосновного сульфоната кальция, применяемые в качестве моющих присадок для смазочных масел. Из обеих присадок отделили путем тонкослойной хроматографии, по три зоны веществ которые экстрагировали из абсорбанта при помощи И.К. абсорбирующей спектрофотометрии и охарактеризовали следующим образом: А) насыщенные углеводороды; Б) ароматические углеводороды и В) сульфонаты. Таким образом вышеуказанными методами открыли легкий путь для анализа состава этих присадок, который можно применять как при контроле лабораторного синтеза, так и при контроле промышленного процесса.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 3, p. 156
Д.К. 543.422.4 :621.892.099.6

Д. Добринеску: **Эксергетический баланс установки по атмосферной перегонке**

В этой работе излагаются общие сведения по эксергии и по эксергетическому балансу, далее приводятся результаты полученные при составлении эксергетических балансов для классической установки атмосферной перегонки нефти и в конце определяются и расчитываются различные эксергетические показатели и удельные эксергетические расходы, интерпретируя результаты полученные путем эксергетических балансов.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 3, p. 161
Д.К. 66.048 :66.012.34

INHALT

* * * **Leitartikel** 135—136

V. Th. Cerchez, S. Anton : **Untersuchungen in bezug auf die unterschiedlichen Kennzeichen der Gesteine mit Kohlenwasserstoffgehalt** 137—143

N.C. Iovitzoiu : **Probleme der Turbinen-Richtbohrung in grosser Tiefe** 144—146

C. Popescu : **Bei der intermittierenden künstlichen Eruption verwendete Anlagen und Sonderventile.** 147—152

C. Savu, C. Giavarini, I. Zîrnă : **Nachweis des Paraffins in Bitumen mit Hilfe der differentialen Kolorimetrie** 153—155

V. Teodorescu, M. Stănescu : **Analytische Beiträge zur Untersuchung der Zusammensetzung der überbasischen Kalziumsulfonatzusätze** 156—160

D. Dobrinescu : **Exergetische Bilanz einer Anlage für atmosphärische Destillation** 161—168

P. C. Ţepeluş : **Massen der Elemente des elektrisch angetriebenen Steuerungssystems** 169—178

V. Th. Cerchez, S. Anton : **Untersuchungen in bezug auf die unterschiedlichen Kennzeichen der Gesteine mit Kohlenwasserstoffgehalt**

Die Fachliteratur enthält nur wenige Hinweise auf die unterschiedlichen Kennzeichen der Gesteine mit Kohlenwasserstoffgehalt. Die Verfasser erörtern und klassifizieren die jüngsten Ergebnisse in diesem Bereich und weisen darauf hin, dass durch die Bestimmung des Gehalts an organischem Kohlenstoff, an organischem Extrakt, Extraktkohlenwasserstoffen, Gesteinkohlenwasserstoffen und Asphaltene im Extrakt, sowie der Reduktionsart, Werte erzeilt werden, die zur unterschiedlichen Kennzeichnung der Gesteine mit Kerogen, der kohlenwasserstoffbildenden Gesteine und der Sammelgesteine dienen können.

Mit Hilfe dieser nummerischen Werte können die drei Gesteinskategorien voneinander unterschieden werden. Da jeder einzelnen Gesteinskategorie ein einheitlicher Charakter fehlt, werden für jede geochemische Kennziffer im allgemeinen zwei Grenzwerte angegeben.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 3, p. 137
D.K 522.578

N. Iovitzoiu : **Probleme der Turbinen-Richtbohrung in grosser Tiefe**

Die Arbeit behandelt Probleme der Richtbohrung mit der Turbine in grosser Tiefe. Es werden die in Rumänien erzielten Ergebnisse angeführt und empfohlen in grosser Tiefe gekoppelte Turbinen mit Neigungswinkel und Diamantmeissel zu verwenden, die an Tiefsonden ein sicheres und rasches Richtbohren gewährleisten.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 3, p. 144
D.K. 622.243.92

C. Popescu : **Bei der intermittierenden künstlichen Eruption verwendete Anlagen und Sonderventile**

Der Verfasser beschreibt die Betriebskennzeichen und Arbeitsparameter der ausgewuchteten und teilweise ausgewuchteten Ventile, die bei der intermittierenden künstlichen Eruption als Arbeitsventile eingesetzt werden. Diese Ventile weisen den Vorteil eines grossen Gasdruchflusses auf und sicheren eine wirksame Förderung, ohne eine grosse Diffeerenz zwischen Offnungs-und Schliessdruck zu erfordern, ein Umstand, der zu einem übermässigen Gasverbrauch führen würde.

Es wird die Berechnung der Anbringungstiefe der Anlassventile, mit der eine solche Anlage ausgestattet ist dargelegt. Die Berechnungsweise und der Betrieb der Anlage werden abschliessend eingehend erläutert.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 3, p. 147
D.K. 622.245.7

C. Savu, C. Giavarini, I. Zîrnă: **Nachweis des Paraffins in Bitumen mit Hilfe der differentialen Kolorimetrie**

Es wird ein neues Verfahren zum Nachweis des Paraffins in Bitumen im Verlgeich mit der, vom Italienischen Nationalrat der Wissenschaftlichen Forschung für Strassenbitumen empfohlenen Analysemethode dargelgt.

Die angeführten Ergebnisse sind ähnlich und reproduzierbar, das neue Verfahren einfach, leicht durchführbar und rasch.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 3, p. 153
D.K. 665.637.72 :536.62

V. Teodorescu, M. Stănescu : **Analytische Beiträge zur Untersuchung der Zusammensetzung der über basischen Kalziumsulfonatzusätze**

Vom Standpunkt der Zusammensetzung werden zwei verschiedenartige Zusatzmittel — überbasische Kalziumsulfonatzusätze — die als Waschmittel für Schmieröle verwendet werden, einer vergleichenden Analyse unterzogen. Durch Dünnschichtchromatographie wurden aus beiden Zusätzen je drei Stroffzonen abgetrennt, die aus dem Absorbtionsmittel extrahiert und durch Infrarot-Spektrophotometrie als :) A gesättigte Kohlenwasserstoffe, B) aromatische Kohlenwasserstoffe und C) Sulfonate kennzeichnet wurden. Durch die gleichen Methoden wurde eine einfache Analyse dieser Zusätze ermöglicht, die sowohl für die Kontrolle der Laborsynthese als auch die Überwachung des Industrieprozesses angewandt werden kann.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 3, p. 156
D.K. 543.422.4:621.892.099.6

D. Dobrinescu : **Exergetische Bilanz einer Anlage für atmosphärische Destillation**

Eingehend werden allgemeine Aspekte der Exergie und der exergetischen Bilanz beleuchtet, wonach die Ergebnisse der exergettischen Bilanz an einer herkömmlichen Anlage für atmosphärische Destillation des Erdlös dargelegt werden. Abschliessend werden verschiedene exergetiskhe Kennziffern und spezifische Exergieverbrauche definiert und berechnet und die, durch exergetische Bilanzen erzielten Ergebnisse ausgewertet.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 3. p. 161
D.K. 66.048 : 66.012.34

SOMMAIRE

* * * Editorial 135—136

V. Th. Cerchez, S. Anton : **Recherches sur les caractères distinctifs des roches à teneur en hydrocarbures** 137—143

N. C. Iovitzoiu : **Les problèmes du turboforage dirigé à de grandes profondeurs** 144—146

C. Popescu : **Installations et soupapes spéciales utilisées dans le gas-lift intermittant** 147—152

C. Savu, C. Giavarini, I. Zîrnă : **Détermination de la paraffine des bitumes à l'aide de la colorimétrie différentielle** 153—155

V. Teodorescu, M. Stănescu : **Combinaisons analytiques à l'étude de la composition des additifs sulfonés de calcium superbasiques** 156—160

D. Dobrinescu : **Le bilan exergétique d'une installation de distillation atmosphérique** 161—168

P. C. Ţepeluş : **Les masses des éléments du système de manoeuvre actionné électriquement** 169—178

V. Th. Cerchez, S. Anton : **Recherches sur les caractères distinctifs des roches à teneur en hydrocarbures.**

La littérature de spécialité fournit peu de données sur les caractères distinctifs des roches à teneur d'hydrocarbures. Dans cet article, après avoir discuté et classifié les résultats dernièrement publiés, on indique que par la détermination de la teneur en carbone organique, extrait organique, hydrocarbures d'extrait, hydrocarbures de roche, asphaltènes d'extrait, ainsi que du caractère réducteur, on obtient certaines valeurs qui peuvent servir à l'identification distinctive des roches au kérogène, des roches génératrices d'hydrocarbures et des roches collectrices.

Etant donné le manque d'un caractère unitaire pour chaque catégorie de roches, on indique généralement, deux limites pour chaque indice géochimique.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 3. p. 137
C.D. 552.578

N. Iovitzoiu : **Les problèmes du turboforage dirigé à de grandes profondeurs**

L'article discute les problèmes du turboforage dirigé à de grandes profondeurs. On indique les résultats obtenus dans ce pays et on propose d'utiliser, à de grandes profondeurs, les turbines couplées à angle d'inclinaison. On propose, de même, l'utilisation des trépans aux diamants, grâce auxquels le turboforage peut s'effectuer chez ces sondes, dans les meilleures conditions et le temps le plus court.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 3, p. 144
C.D. 622.243.92

C. Popescu : **Installations et soupapes spéciales utilisées dans le gas-lift intermittant**

On décrit les caractéristiques de fonctionnement et les paramètres de travail des soupapes équilibrées et partiellement équilibrées utilisées dans le gas-lift intermittant comme soupapes de travail. Ces soupapes présentent l'avantage de permettre le passage d'un grand débit de gaz qui assure une bonne efficacité du lifting sans exiger une grande différence entre la pression d'ouverture et celle de fermeture qui entraînerait une consommation exagérée de gaz.

Une installation de gas-lift intermittant est équipée, à part la soupape de travail, d'une série de soupapes de démarrage. On décrit le calcul de la profondeur de fixation de ces soupapes. La manière dont s'effectue ce calcul et le fonctionnement de l'installation sont présenteés dans la partie finale.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 3, p. 147
C.D. 622.245.7

C. Savu, C. Giavarini, I. Zîrnă: **Détermination de la paraffine des bitumes à l'aide de la colorimétrie différentielle.**

On présente une nouvelle manière de déterminer la paraffine du bitume, comparée à la méthode d'analyse du Conseil National de la Recherche Scientifique italien, pour les bitumes à routes.
Les résultats sont semblables et reproductibles et la méthode présentée est simple, facile à appliquer et rapide.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 3, p. 153
C.D. 635.627.72 :536.62

V. Teodorescu, M. Stănescu: **Combinaisons analytiques à l'étude de la composition des additifs de calcium superbasiques**

On analyse comparativement, du point de vue constitutionnel, deux additifs de provenance différente du type sulfonates de calcium superbasiques, utilisés comme additifs détergeants pour les huiles lubrifiantes. De chacun des additifs, on a séparé par chromatographie en couche mince, trois zones de substances qui ont été extraites de l'absorbant et caracterisées par spectrophotométrie d'absorption en infrarouge comme étant : A) des hydrocarbures saturées ; B) des hydrocarbures aromatiques et C) des sulfonates.
Par ailleurs, les méthodes mentionnées ont ouvert une voie facile pour analyser la composition de ces additifs, qui peut être appliquée au contrôle de la synthèse de laboratoire, aussi bien qu'à celui du processus industriel.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 3, p. 156
C.D. 543.422.4 : 621.892.099.6

D. Dobrinescu : **Le bilan exergétique d'une installation de distillation atmosphérique**

On expose d'abord quelques considérations générales sur l'exergie et le bilan exergétique, pour présenter ensuite les résultats obtenus à l'élaboration des bilans exergétiques pour une installation classique de distillation atmosphérique du brut. Dans la partie finale, on définit et on calcule différents indices exergétiques et consommations spécifiques d'exergie et on interprète les résultats obtenus par les bilans exergétiques.

Petrol şi Gaze, 23, 1972, nr. 3.p. 161
C.D. 66.048 : 66.012.34

Conferința pe țară a cadrelor de conducere din întreprinderi și centrale industriale și de construcții

În zilele de 17—19 februarie a.c. s-au ținut la București lucrările Conferinței pe țară a cadrelor de conducere din întreprinderi și centrale industriale și de construcții. În ziua de 18 februarie lucrările au continuat pe comisii de specialitate.

Prin componența sa, Conferința a constituit un larg forum reprezentativ al celor care zi de zi înfăptuiesc practic politica de dezvoltare industrială a României Socialiste. În cursul lucrărilor a fost examinat modul în care sînt transpuse în viață măsurile stabilite de Conferința Națională și de Congresul al X-lea al P.C.R. privind perfecționarea organizării, planificării și conducerii industriei și construcțiilor și efectele acestor măsuri în activitatea întreprinderilor, centralelor și grupurilor industriale. Au fost examinate multilateral sarcinile ce revin organizațiilor de partid și conducerilor unităților în îndeplinirea exemplară a sarcinilor de plan, folosirea rațională a capacităților de producție și a forței de muncă, aprovizionarea ritmică cu materii prime și materiale, sporirea productivității muncii, înnoirea și modernizarea producției, înfăptuirea integrală a programului de investiții, îmbunătățirea desfacerii produselor și a activității de comerț exterior, creșterea eficienței în toate ramurile economiei. Conferința se înscrie ca un eveniment de importanță deosebită în viața economică și socială a țării, constituind o expresie elocventă a democratismului orînduirii noastre socialiste, a participării maselor largi populare la făurirea României Socialiste. Conducerea partidului și statului a organizat această reuniune acum, la începutul noului cincinal, în scopul dezbaterii mutilaterale a sarcinilor ce ne stau în față pentru realizarea în cele mai bune condiții a programului de dezvoltare a industriei și construcțiilor în perioada 1971—1975, precum și a măsurilor cu privire la perfecționarea conducerii și planificării activității economice. În timpul lucrărilor conferinței, și ne referim, în special, la ședința comisiei de petrol și gaze, condusă de tov. Paul Niculescu Mizil, membru în prezidiul permanent al comitetului executiv, secretar al C.C. al P.C.R., au luat cuvîntul numeroși tovarăși, petroliști din întreprinderile de prospecțiuni petroliere, de foraj, de extracție a țițeiului și gazelor, din centrale și grupuri industriale pentru forajul sondelor și extracția țițeiului, care au relevat pe larg atît marile succese obținute, cît și unele lipsuri proprii sau neajunsuri datorate altor sectoare de activitate care trebuie să sprijine mai mult unitățile petroliere. Astfel, au fost relevate unele lipsuri în aprovizionarea cu materiale, cu piese de schimb, cu mijloace de transport greu și ușor, unele cauze ale fluctuației muncitorilor din schelele petrolifere, organizarea defectuoasă a transportului sondorilor la locul de muncă, unele probleme privind consumul de gaze naturale, întîrzieri în definitivarea formelor pentru ocuparea terenurilor necesare forajului sondelor și altele. Au fost formulate zeci de propuneri valoroase și s-a făcut un larg schimb de experiență între cadre de conducere și de specialitate prezente la conferință. Toate problemele ridicate în cadrul conferinței și propunerile făcute urmează să fie studiate, examinate cu toată atenția și să se stabilească măsurile pentru remedierea lipsurilor semnalate.

Cuvîntarea tovarășului NICOLAE CEAUȘESCU, secretarul general al partidului, rostită în încheierea lucrărilor acestei vaste reuniuni — program de lucru, de excepțională valoare principială și practică pentru oamenii muncii din aceste sectoare importante ale economiei, pentru întregul popor — a încununat în mod strălucit întreaga desfășurare a conferinței, direcționînd cu celelalte, prin forța gîndirii cutezătoare, științifice, realiste, caracteristice conducătorului partidului și statului nostru, obiectivele fundamentale ale actualei etape a industrializării socialiste a țării, sarcinile ce revin întreprinderilor, centralelor, grupurilor industriale, ministerelor, instituțiilor de sinteză, organelor și organizațiilor de partid, pentru realizarea la un nivel superior a prevederilor planului cincinal. Este dificil să se redea bogăția de idei și învățăminte a dialogului dintre partid și popor marcat în timpul conferinței, de dezbateri aprofundate și deschise competente și pline de răspundere, expresie a adîncirii democratismului în viața noastră economică. Firul conducător al acestui dialog, al acestor dezbateri fructuoase constă în încrederea totală, nețărmurită în partid, încrederea în omul muncii — în calitatea sa de producător și proprietar al mijloacelor de producție, al tuturor bunurilor materiale și spirituale — în capacitatea

sa de a făuri societatea socialistă multilateral dezvoltată, în inițiativa sa creatoare, canalizate în direcția înfăptuirii sarcinilor complexe cantitative și, mai ales, calitative stabilite de partid industriei și construcțiilor în anul 1972, în întregul cincinal. „Așa cum s-a evidențiat cu prilejul acestei importante conferințe, — arată tovarășul NICOLAE CEAUȘESCU — dispunem de tot ce este necesar, atît de mijloace materiale și mai ales de minunate forțe umane, pentru a îndeplini cu succes mărețul program elaborat de Congresul al X-lea al Partidului. Sîntem ferm convinși că eroica noastră clasă muncitoare, toți oamenii muncii vor munci cu și mai mult entuziasm pentru dezvoltarea economico-socială a patriei noastre socialiste, vor participa tot mai activ la făurirea în mod conștient a viitorului lor comunist".

Trebuie adăugat că în promovarea programului tehnic, în creșterea producției de petrol și gaze, a productivității muncii și sporirea eficienței economice a industriei de petrol și gaze, sarcini însemnate revin *cercetării științifice*. Cercetarea trebuie să contribuie mai mult la dezvoltarea și valorificarea superioară a bazei energetice și de materii prime, la perfecționarea tehnologiilor de foraj și extracție, la modernizarea utilajelor și crearea de noi aparate și dispozitive de înalt nivel tehnic. În condițiile industriei moderne de petrol, valorificarea rapidă a rezultatelor cercetării științifice proprii constituie o cerință esențială a unei activități economice eficiente. „Este necesar să crească spiritul de răspundere — a subliniat secretarul general al partidului — atît al cadrelor din unitățile de cercetare, cît și a celor din întreprinderile industriale pentru sporirea rolului științei și tehnicii românești în soluționarea problemelor complexe pe care le ridică programul rapid al economiei noastre în pas cu revoluția tehnico-științifică contemporană".

Participanții la conferință au urmărit cu deosebit interes cuvîntarea tov. Nicolae Ceaușescu, secretarul general al partidului, adevărat program de muncă pentru continuarea în ritm susținut a operei de industrializare a țării, pentru valorificarea la un nivel mereu mai înalt a resurselor materiale și umane de care dispunem, prin dezvoltarea și modernizarea industriei și construcțiilor. Indicațiile și sarcinile cuprinse în acest document reprezintă un prețios îndreptar teoretic și practic în activitatea tuturor organelor și organizațiilor de partid, a organizațiilor sindicale și de tineret, a ministerelor, a centralelor și întreprinderilor, a tuturor oamenilor muncii, în vederea îndeplinirii cu succes a planului cincinal, ridicării hotărîte a eficienței economice a producției.

Obiectivele fixate de secretarul general al partidului trebuie să stea în centrul preocupării fiecărei unități economice, deoarece înfăptuirea lor constituie condiția primordială pentru sporirea contribuției colectivelor din industrie și construcții la făurirea societății socialiste multilateral dezvoltate în patria noastră.

Participanții la conferința cadrelor de conducere din întreprinderi și centrale industriale și de construcții — se arată în rezoluția conferinței — dau, în numele muncitorilor, tehnicienilor, inginerilor, al tuturor oamenilor muncii din fabrici, uzine și șantiere, o înaltă apreciere și își exprimă totala lor adeziune față de politica partidului și statului nostru îndreptată spre dezvoltarea susținută a economiei naționale și făurirea societății socialiste multilateral dezvoltate.

Conferința adresează o caldă chemare către toți muncitorii, tehnicienii, inginerii economiști și ceilalți specialiști, către toți oamenii muncii ca, în cadrul întrecerii socialiste în care este angajat întregul nostru popor, dînd dovadă de un înalt patriotism și spirit de dăruire, să-și pună în valoare întreaga lor energie creatoare, pentru îndeplinirea și depășirea planului la toți indicatorii, folosirea rațională a capacităților de producție, modernizarea și înnoirea continuă a produselor, reducerea cheltuielilor de producție, sporirea eficienței producției și a investițiilor și a comerțului exterior, ridicarea rentabilității fiecărei unități economice.

Cercetări asupra caracterelor distinctive ale rocilor cu conţinut de hidrocarburi

dr. ing. V. Th. Cerchez şi geol. S. Anton

În lucrări anterioare (Cerchez, Anton 1967, 1971) au fost expuse rezultatele unor cercetări asupra identificării rocilor generatoare de hidrocarburi din oligocenul şi cretacicul Carpaţilor Orientali, precum şi din pliocenul subcarpatic.

În prezenta lucrare se face mai întîi o expunere sintetică a ultimelor rezultate în legătură cu identificarea pe plan mondial a rocilor generatoare de hidrocarburi în urma lucrărilor efectuate de Bray şi Evans (1965), Califet (1969), Colombo (1967), Dvali (1963), Deroo (1968), Louis (1966), Nerucev (1966), Philippi (1965), Rodianova (1970), Tissot (1969), Vasoevici (1964), Welte (1965) şi alţii .

Se expune apoi metoda proprie de analiză şi se indică valorile principalilor indici geochimici care permit să se caracterizeze în mod diferenţial rocile cu Kerogen, rocile generatoare şi rocile colectoare de hidrocarburi.

1. CONSIDERAŢII GENERALE ASUPRA STABILIRII CARACTERULUI DE ROCĂ GENERATOARE

1.1. Componenţi organici

1.1.1. *Criteriul cantitativ*

Este bine cunoscut că toate rocile sedimentare conţin cantităţi variabile de hidrocarburi. Această observaţie a fost făcută de multă vreme de geologul român Mrazec (1926), care a afirmat că aproape nu există vreo rocă sedimentară, de la cele mai vechi la cele mai recente, care să nu conţină cel puţin urme de hidrocarburi. Mai tîrziu, alţi cercetători : Hunt (1961), Smith (1952 — 1954), Stevens (1956), Meinschein (1957), Bray şi Evans (1965) şi alţii au confirmat această părere.

Prezenţa hidrocarburilor în rocile sedimentare corespunde deci unui fenomen cu caracter general. În consecinţă, orice rocă sedimentară fin granulată, conţinînd o cantitate oarecare de hidrocarburi dispersate, ar putea avea caracter de rocă generatoare. Faptul însă că o rocă sedimentară conţine o anumită cantitate de hidrocarburi nu înseamnă în mod obligatoriu că prezintă interes economic, în sensul că a putut să dea naştere unui zăcămînt de ţiţei. Fularia (1967) face astfel distincţia între o rocă-mamă, în care s-a format ţiţei în cantitate comercială, şi o rocă-sursă, din care în cursul epocilor geologice au fost expulzate în rocile rezervor cantităţi comerciale de hidrocarburi.

Rocile generatoare de hidrocarburi conţin în general cantităţi relativ mari de substanţă organică, incluzînd hidrocarburile formate, materia primă iniţială, precum şi cea reziduală, aşa după cum arată: Philippi (1956), Khalifeh-Louis (1958), Reonov (1958), Hunt (1961), Schreier şi Zarella (1966), Ismailov (1966), Rodionova (1970), Cerchez-Anton (1967, 1971) şi alţii.

Prezenţa materiei organice şi transformarea ei sînt condiţii necesare, dar nu suficiente pentru formarea zăcămintelor de ţiţei. Mai este nevoie să se producă expulzarea ţiţeiului din roca generatoare, iar capcanele să fie formate la timp pentru ca să-l primească (Deroo, 1968).

1.1.2. *Criteriul calitativ*

În rocile sedimentare se întîlnesc trei tipuri majore de hidrocarburi : parafine, naftene şi aromatice, la fel ca în ţiţeiuri. Deşi în linii mari compoziţia hidrocarburilor din sedimente se apropie de aceea a ţiţeiurilor, o cercetare mai amănunţită a indicat uneori diferenţe foarte semnificative (Smith 1954). Brenneman şi Smith (1958) au menţionat, de asemenea, faptul că hidrocarburile extrase din roci-sursă diferă în distribuţia tipurilor de hidrocarburi de cele aflate în rocile-rezervor asociate. O comparaţie a rezultatelor obţinute pe opt perechi de roci-sursă şi roci-rezervor a arătat că în hidrocarburile conţinute în rocile-sursă se găsesc mai multe aromatice decît în rocile-rezervor. Welte (1965) afirmă că extracţia în laborator este o operaţie cu totul deosebită de migraţia în condiţii naturale. Comparaţia compoziţiei extractului cu aceea a ţiţeiului are prin urmare o valoare limitată.

Stevens, Bray şi Evans (1956) şi Bray şi Evans (1961) au pus primii accentul pe deosebirea importantă care există în compoziţia parafinelor normale cuprinzînd 22 — 24 de atomi de carbon din sedimentele recente, pe de o parte, din cele vechi şi din ţiţeiuri, pe de alta. În sedimentele recente, moleculele de parafine normale cu număr impar de atomi de carbon predomină faţă de cele cu număr par, pe cînd parafinele normale din sedimentele vechi şi din ţiţeiuri prezintă concentraţii practic egale de termeni cu număr de atomi de carbon par şi impar. Explicaţia predominanţei *n*-parafinelor

cu număr de carbon impar în *n*-parafinele din sedimentele recente constă în faptul că parafinele normale, sintetizate de către multe organisme vii, conţin numai termeni normali cu număr de carbon impar.

Exprimînd numeric deosebirea conţinuturilor de *n*-parafine din diferitele sedimente, Bray şi Evans (1961) au arătat că în cazul ţiţeiurilor şi al sedimentelor vechi indicele preferenţial de carbon CPI*) prezintă o valoare apropiată de unitate, pe cîtă vreme în cazul sedimentelor recente depăşeşte unitatea putînd atinge valoarea 3,8. Aceşti autori au ajuns la concluzia că pot fi considerate roci generatoare numai acele sedimente ale căror *n*-parafine prezintă o curbă de distribuţie bine echilibrată, respectiv un CPI apropiat de unitate. Criteriul de apreciere al lui Bray şi Evans (1961) nu are însă un caracter absolut, întrucît Martin ş.a. (1963) au observat că există totuşi ţiţeiuri care prezintă o predominanţă a *n*-parafinelor cu număr impar de atomi de carbon. Explicaţia acestui fenomen ar fi că aceste ţiţeiuri nu prezintă un grad de maturizare destul de înaintat.

În afară de parafinele normale au mai fost studiate şi naftenele cu temperaturi de fierbere de peste 300°C. Philippi (1965) a preparat un concentrat de izoparafine-naftene prin îndepărtarea îngrijită din amestec a aromaticelor şi a *n*-parafinelor.

Indicele de naftene arată conţinutul procentual de naftene cu unul sau cu două cicluri în concentratele de izoparafine-naftene. În fracţiunea aceasta s-a determinat conţinutul de izoparafine şi naftene, constatîndu-se că, o dată cu creşterea adîncimii şi a vîrstei sedimentelor, procentajul de naftene cu patru cicluri în moleculă descreşte, iar concentraţia celor cu unu sau două cicluri creşte.

În cazul bazinelor Los-Angeles şi Ventura (Philippi 1965), s-a observat că o dată cu creşterea adîncimii şi a vîrstei sedimentelor scade raportul impar/par al *n*-parafinelor şi, pînă la un punct, şi indicele de naftene. Aceste criterii pot fi folosite ca indicatori ai gradului de maturizare atins de hidrocarburile conţinute în sedimentele respective, cu alte cuvinte cu cît compoziţia acestor hidrocarburi se apropie mai mult de aceea a ţiţeiului.

Louis-Tissot (1966) şi Tissot (1966), studiind toarcianul din bazinul Parisului, au arătat modul în care variază conţinutul de hidrocarburi în funcţie de adîncimea de îngropare. Materia organică iniţială, din care, sub influenţa temperaturii, a presiunii şi a catalizatorilor, a luat naştere ţiţeiul, suferă o transformare progresivă cu formaţiunea de *n*-parafine cu valoarea CPI apropiată de aceea a ţiţeiului, de naftene cu unu sau două cicluri şi dehidrocarburi aromatice. Compoziţia hidrocarburică a ţiţeiurilor variază o dată cu adîncimea, respectiv cu temperatura, manifestînd o trecere graduală de la ţiţeiurile grele la cele uşoare parafinoase, ceea ce corespunde cu fenomenul de maturizare a ţiţeiului.

Califet-Debyser şi Oudin (1969) s-au ocupat, de asemenea, de influenţa adîncimii şi a temperaturii asupra structurii şi a distribuţiei hidrocarburilor alcaline şi aromatice din extractele de roci.

Aceste observaţii se apropie de acelea făcute de Botneva (1967), Ali-Zade, Veber şi Soihet (1967), precum şi Makonetki (1967), care s-au ocupat, de asemenea, de această problemă.

Nerucev (1966) a constatat că la o adîncime de 1 500 m, pentru argile, şi de 2 000 m, pentru carbonaţi, se produce o modificare bruscă a substanţei organice din roci, manifestîndu-se prin creşterea accentuată a conţinutului de eteroelemente, ceea ce se explică prin migrarea unor hidrocarburi.

Una şi aceeaşi rocă generatoare poate să genereze o serie de ţiţeiuri diferite. La început apar cele grele, apoi cele uşoare. Această dezvoltare progresivă este rezultatul degradării termice a materiei organice iniţiale (Barton 1934, Welte 1965).

1.1.3. *Legătura dintre cele două criterii*

În 1965 Bray şi Evans au arătat că există o legătură între criteriul cantitativ şi calitativ . Experimentînd pe mai mult de 600 probe de roci, au constatat existenţa unui paralelism între conţinutul procentual de hidrocarburi şi de carbon organic al unui sediment, pe de o parte, şi între numărul de probe care prezintă un CPI similar cu ţiţeiul , pe de alta. Prin urmare un conţinut ridicat de hidrocarburi şi de carbon organic intervine, pentru caracterizarea rocilor generatoare, nu numai prin cantitate, dar şi prin calitate, determinînd pentru cele mai multe din probe un CPI similar cu acela al ţiţeiului.

1.1.4. *Metamorfismul materiei organice*

Metamorfismul materiei organice din sedimente a format obiectul unor studii efectuate microscopic prin tehnologia petrografică şi palinologică. Cercetările sînt bazate pe teoria carbon-ratio*) formulată de White (1915, 1935), care a stabilit paralelismul dintre fazele progresive de metamorfism în procesele de carbonizare şi în cele de bitumizare a materiei organice din sedimente.

Metamorfismul este provocat de creşterea temperaturii şi a presiunii în cursul subsidenţei

*) Indicele preferenţial de carbon CPI se defineşte ca raportul impar/par al *n*-parafinelor superioare.

*) Carbon-ratio = conţinutul de carbon fix, care indică gradul de metamorfism al cărbunilor.

depozitelor şi a mişcărilor tectonice. Cercetările ulterioare în această direcţie au adus date noi, care au precizat corespondenţa gradelor de metamorfism în seria proceselor de carbonizare cu cele din seria bituminizării.

Teichmuller (1958) examinează modificările în puterea reflectatoare a vitritului şi în culoarea şi luminozitatea protobitumenelor (spori, polen, ceruri, răşini), demonstrînd relaţia strînsă dintre gradul de metamorfism al materiei cărbunoase din sedimente şi prezenţa ţiţeiului. Zăcămintele de ţiţei nu se găsesc decît în zonele în care metamorfismul nu a depăşit stadiul de „flambant sec".

Teichmuller, Khalifeh, Roucaché şi Louis (1960) au executat un studiu comparativ prin metode optice şi chimice a gradului de metamorfism pe care-l prezintă substanţa organică din şisturile cu posidonii din toarcianul saxonian inferior, care a demonstrat că ambele metode pot furniza indicaţii asupra prezenţei bazinelor petrolifere de importanţă economică în regimurile cu posibilităţi de petrol.

Correia (1967) studiază în sedimentele siluarian-devoniene ale bazinului Polignac (Sahara) starea de conservare a microfosilelor palino-planctologice după coloraţia membranei externe, folosind criteriile de observaţie stabilite de Combaz (1964). Pe baza stării de conservare, se face reconstituirea subsidenţei şi a istoriei termice a bazinului sedimentar şi stabilirea posibilităţilor de existenţă a hidrocarburilor.

Staplin (1969), în studiul evaluării potenţialului de ţiţei a Canadei de Vest, distinge cinci grade de alterare termică a materiei organice figurate şi amorfe sapropelice.

Alteraţia progresivă manifestată prin modificarea culorii materiei organice în nuanţe de la galben spre brun şi negru, corespunde conţinutului de hidrocarburi umede sau uscate ale sedimentelor, în primele trei grade de alteraţie, sau numai de gaze uscate, în ultimele două grade ale metamorfismului avansat.

Studiile optice cu tehnica petrografică şi palinologică permit astfel să se identifice calitativ atît natura materiei organice iniţiale, cît şi produsele hidrocarburice de metamorfism ale acestuia. Metoda optică este în ultimul timp tot mai mult aplicată, împreună cu analizele chimice la stabilirea capacităţii petroligene a formaţiunilor geologice.

1.1.5. *Aplicarea modelelor matematice*

Deroo şi alţii (1968) s-au ocupat de posibilităţile de aplicare a modelelor matematice de formaţiunea ţiţeiului la prospecţiunea în bazine sedimentare. S-a observat că pentru o formaţiune determinantă există un prag de adîncime şi de temperatură dincolo de care transformarea materiei organice în petrol devine importantă. Rezultatele observaţiilor au permis să se realizeze un model matematic pentru a simula formaţiunea petrolului. În lucrarea sa Deroo prezintă cîteva aplicaţii ale acestui model.

Tissot (1969) a urmărit formarea ţiţeiului în sedimente în funcţie de adîncime. Rezultatele obţinute permit să se determine, pentru formaţiunea studiată, zonele favorabile care au funcţionat ca rocă generatoare. Pentru ca aceste rezultate să poată fi generalizate la alte formaţiuni, Tissot (1969) a încercat să deducă din observaţii o schemă reacţională sintetică şi să scrie cinetica corespunzătoare acestei scheme. Simularea pe ordonitor a evoluţiei schemei reacţionale permite să se calculeze cantităţile de petrol formate dintr-un gram de materie organică primitivă în orice punct al unui bazin. Datele necesare acestor calcule sînt o reconstituire geologică a istoriei îngropării sedimentelor şi un ansamblu de constante care reprezintă natura materiei organice primitive. În cazul toarcianului din bazinul Parisului, rezultatele arată un acord excelent între valorile calculate şi cele observate în mod efectiv.

1.1.6. *Cantitatea de ţiţei formată şi cantitatea expulzată*

O chestiune care merită să fie menţionată în legătură cu calitatea rocilor generatoare de hidrocarburi este legată de cantitatea de ţiţei care s-a format în roca generatoare şi aceea care a migrat din ea. La această întrebare nu s-a putut răspunde încă, deoarece ar trebui să se dozeze separat cantitatea de ţiţei formată, cea care a migrat, cantitatea de materie iniţială rămasă netransformată, materia reziduuală, cît şi produsele secundare de transformare. În această privinţă, Philippi (1956) este de părere că porţiunea de hidrocarburi indigene rămasă în sedimentul generator este în proporţie predominantă şi poate fi folosită la aprecierea calităţii rocii-sursă. Numai o mică parte din ţiţeiul generat în strat a fost cedat rocii-rezervor.

Consideraţiile lui Philippi (1956) sînt confirmate prin observaţiile lui Hunt (1961), după care în bazinul Power River din Wyoming s-a găsit aproximativ de 30 de ori mai mult ţiţei în rocile generatoare decît în cele rezervor.

Punctul de vedere a lui J. Gordon Erdman (1961) este deosebit, întrucît acest autor afirmă că recunoaşterea sedimentelor sursă de ţiţei este complicată de faptul că o porţiune, posibil foarte mare, a ţiţeiului generat a fost expulzată în timpul compactizării şi al litificării sedimentului. Gordon Erdman (1961) mai afirmă că proporţia de material organic din sedimente care s-a transformat în ţiţei este mult mai semnificativă decît cantitatea totală formată.

1.2. Componenți minerali

Formațiunile sedimentare generatoare de hidrocarburi sînt reprezentate prin roci argiloase, calcaroase, silicioase sau încă prin tipurile litologice mixte ale acestora, toate fiind caracterizate prin structura lor fină pelitomorfă sau siltitică, mai rar psamitică (cu ciment argilo-calcaros sau silicios) și prin conținutul îmbogățit în materie bituminoasă.

Conținutul crescut de materie organică este determinat de productivitatea biologică a bazinului sedimentar, de structura fină și de caracterul geochimic al mediului de depunere și diageneză a sedminetelor.

1.2.1. *Caractere geochimice*

Pentru caracterizarea geochimică a rocilor generatoare de hidrocarburi sînt luate în considerare elementele cu valență variabilă, a căror concentrare sau dispersare este dependentă de variația factorilor fizico-chimici și biologici ai mediului geologic, modificatori ai concentrației ionilor de oxigen (potențial redox) și de hidrogen (Ph).

Pentru definirea mediului reductor se analizează conținutul de Fe^{2+} și Fe^{3+}, de S, precum și unele microelemente ca molibdenul, cuprul și uraniul.

Raportul Fe^{3+}/Fe^{2+}, ca și conținutul de sulf piritic, sînt indicatorii cei mai utili pentru separarea faciesurilor geochimice. După S l a v i n (1961) se pot deosebi în sedimente următoarele faciesuri geochimice :

I. oxidant	$Fe^{3+} > Fe^{2+}HCl \gg Fe^{2+}S$
II. slab reducător	$Fe^{2+}HCl > Fe^{3+} > Fe^{2+}S$
III. reducător	$Fe^{2+}HCl > Fe^{2+}S > Fe^{3+}$
IV. puternic reducător	$Fe^{2+}S > Fe^{2+}HCl \gg Fe^{3+}$

În această formulare Fe^{2+} HCl reprezintă fierul bivalent în conținutul mineralelor solubile în HCl, iar $Fe^{2+}S$ este legat de fierul sulfuric. Raportul Fe^{3+}/Fe^{2+} este cel mai important pentru relațiile potențialului redox, în timp ce raportul $Fe^{2+}HCl/Fe^{2+}S$ este influențat de activitatea anionilor și este dependent nu numai de redox, dar și de *p*H.

1.2.2. *Caractere mineralogice*

Pentru identificarea caracterului reductor al rocilor generatoare se analizează conținutul de minerale autigene cu Fe^{2+} în compuși sub formă de sulfuri (hidrotroilit, melnicovit, pirită, marcasit, pirotină), carbonați (siderit) și silicați (leptoclorit și glauconit). După prezența unora sau a altora din aceste minerale se stabilește intensitatea caracterului reductor al mediului de sedimentare și diageneză și faciesul mineralogic-geochimic al rocilor, definit de P u s t o v a l o v (1952) și T e o d o r o v i c i (1947).

Pentru cunoașterea condițiilor de depunere a sedimentelor și în special pentru stabilirea condițiilor de diageneză (metamorfism) a materiei minerale și organice din roci în funcție de factori termobazici, variabili cu intensitatea subsidenței, se studiază indicele de cristalinitate a illitului după K u b l e r (1964).

2. IDENTIFICAREA DIFERENȚIALĂ A ROCILOR GENERATOARE, COLECTOARE ȘI A ȘISTURILOR BITUMINOASE

2.1. Metoda de lucru

Proba este supusă în primul loc examenului mineralogic-petrografic, care dă indicații asupra substanțelor minerale și organice . În cazul în care rezultatul analizei mineralogice-petrografice este favorabil, se trece la examenul geochimic, care cuprinde stabilirea conținutului de carbon organic, de extract organic, procentul de hidrocarburi în extract, conținutul de hidrocarburi în rocă, conținutul de asfaltene din extract, precum și de fier bivalent și sulf piritic. Rămîne de precizat, folosind rezultatele analitice, dacă este o rocă cu Kerogen, o rocă generatoare de hidrocarburi sau o rocă colectoare. Dificultatea acestei identificări se datorește faptului că diversele tipuri de roci nu au un caracter unitar, valorile indicilor determinați variind pentru fiecare categorie între două limite.

2.2. Valori numerice

Din publicațiile de specialitate s-au extras valorile considerate de diverși autori ca putînd servi la identificarea rocilor cu hidrocarburi. La aceste valori s-au adăugat și unele obținute de autori :

— Pentru rocile-rezervor, P h i l i p p i (1956) a găsit următoarele valori : carbon organic 0,2 — 0,5 %, hidrocarburi în rocă 4 000 — 8 000 p.p.m.

— După B r e n n e m a n și S m i t h (1958), extractul de roci generatoare conține 30 — 60% hidrocarburi.

— K h a l i f e h - L o u i s (1958) indică în cazul unor roci considerate generatoare următoarele valori pentru carbonul organic : 6,46%, 5,19%, 4,15%, 7,06%, și 5,26%, iar pentru extract : 1,44%, 1,66%, 0,15%, 0,16%, 0,35%.

— H u n t (1961) consideră 50 micrograme de hidrocarburi la gramul de sediment, limita inferioară a conținutului de hidrocarburi dintr-o rocă generatoare.

— W e l t e (1965) din datele lui R o n o v (1958) și ale lui S c h r e i e r și Z a r e l l a (1963), afirma că un conținut de carbon organic de cel puțin 0,5 % ar fi caracteristic pentru rocile generatoare de hidrocarburi.

— T i s s o t (1966) indică pentru șisturile bituminoase din Utah și Colorado un conținut de carbon organic de 20 — 30%.

— Ismailov Louis (1967) observă că nu există țiței exploatabil decît dacă roca-mamă conține în jur de 2,5% carbon organic.

Într-o lucrare recentă, K. F. Radionova și S. P. Maksimov (1970) se ocupă de criteriile de diagnosticare a rocilor-mamă de petrol și gaze, folosind experiența de 20 de ani în această direcție cu peste 4 000 de probe analizate. Radionova și Maksimov (1970) stabilesc următoarele criterii principale de diagnosticare a rocilor-mamă de țiței:

— faciesuri stabilite pe baza datelor faunistice, litologice, mineralogo-petrografice și geochimice;

— cantitatea de substanță organică și tipul ei geneticofacial, stabilit pe baza rezultatelor cercetărilor chimice și petrografice pentru cărbuni;

— gradul de transformare (metamorfism) a substanței organice, la care începe și se termină migrațiunea hidrocarburilor lichide din roca-mamă, stabilit cu ajutorul metodelor chimice și petrografice pentru cărbuni.

Urmează un tabel cuprinzînd indicatori bituminologici ai sîngeneticității substanței organice dispersate în roci.

La baza criteriilor de diagnosticare formulate, autorii pun nu numai conținutul de carbon organic și cantitatea totală de hidrocarburi din roci (Philippi), ci și caracteristicile lor litologo-petrografice și geochimice, tipul genetico-facial al substanței organice și gradul de „metamorfism".

Radionova și Maksimov (1970) împart rocile-mamă de petrol și gaze în patru categorii, prezentînd următoarele caracteristici:

— Kuckersita, rocă cu Kerogen tipică, conține peste 50% carbon organic, 0,18% extract organic în care hidrocarburile reprezintă circa 15%, iar hidrocarburile din rocă 270 p.p.m. Produce prin încălzire circa 25% distilat.

Iată acum rezultatele analitice ale unei roci colectoare caracteristice: carbon organic 0,16%, extract total 3,38%, hidrocarburi în extract 72%, hidrocarburi în rocă 22 450 p.p.m., asfaltene în extract 0,036%.

Conținutul de asfaltene (precipitate cu *n*-heptan) în extractul unei roci colectoare prezintă valori foarte scăzute, sub 1%, în timp ce extractul de rocă generatoare este foarte bogat în asfaltene, de la cîteva procente la 20 — 30%.

Trebuie observat faptul că valorile extractului organic indicate de diferiți autori nu au fost întotdeauna obținute cu același dizolvant, avînd prin urmare numai o valoare informativă.

2.3. Rocile cu Kerogen

Prezintă o oarecare asemănare cu cele generatoare, existînd o trecere graduală de la primele la celelalte. Rocile cu Kerogen se deosebesc de rocile generatoare de hidrocarburi printr-un conținut foarte ridicat de carbon organic, peste 10%, uneori depășind chiar 50%, și o cantitate relativ redusă de extract (0,1 — — 0,3%) față de conținutul de carbon organic. Hidrocarburile din extract nu depășesc, în general, 20 — 30%. Prin încălzire rocile cu Kerogen furnizează peste 5% distilat.

	Subst. org. în rocă, %	Bit. A în cloroform, %	Hidr. g/m³,	Coeficient * hidrocarburic	Coeficient ** de neutralitate
foarte bune	2—10	0,1 —0,2	1 000 sau mai mult	3,5—5,0	0,5—0,3
bune	1—3	0,07—0,3	500—1 000	1,5—3,0	0,7—2,0
favorabile	0,5—1,5	0,04—0,01	200— 900	0,4—1,0	1—3
slabe	0,02—0,5	0,001—0,02	<200	0,1—0,2	2—9

— Cerchez și Anton (1967) au găsit pentru roci considerate ca generatoare din oligocenul și cretacicul Carpaților Orientali valori medii de 1,67% și 1,35%, pentru carbonul organic, și de 0,23% și 0,11%, pentru conținutul de extract organic.

— Cerchez și Anton (1971) au constatat pentru pliocenul precarpatic, în cazul unor roci cu caracter generator, valori de 1 — — 3%, pentru carbonul organic, și de 0,1 — 0,6 %, pentru extract.

*) $\frac{\text{C hidrocarburi}}{\text{C org. (necarb.)}} \times 100$

**) $\frac{\text{Extract alc. benzen al bit. A + C}}{\text{Extract cu cloroform a bit. A}}$

2.4. Rocile generatoare

Spre deosebire de rocile cu Kerogen, cele generatoare de hidrocarburi fiind mai evoluate— substanța organică inițială transformîndu-se în oarecare măsură în extract și hidrocarburi — sînt concretizate printr-un conținut mai mic de carbon organic, în general 1 — 10%, o cantitate relativ mare de extract în raport cu carbonul organic, 0,05 — 1,5 %, și printr-un procent foarte ridicat de hidrocarburi în extract, peste 50%, uneori chiar de 70 — 80%. Este de asemenea, caracteristic paralelismul dintre carbonul organic și conținutul de hidrocarburi.

Rocile generatoare prezintă caracter reducător prin conținutul de sulf piritic și de fier biva-

lent. Extractul de rocă generatoare conține un procent ridicat de asfaltene peste 1% și pînă la 30%.

2.5. Rocile colectoare

Se diferențiază mineralogic-petrografic de cele generatoare prin compoziția cimentului format din minerale epigene. În funcție de prezența incluziunilor de hidrocarburi din aceste minerale sau de lipsa acestora, se poate stabili timpul de intrare și de acumulare a hidrocarburilor în rocile colectoare.

Pentru identificarea rocilor colectoare intervin de asemenea și criterii geochimice. Astfel, Philippi (1956) menționează că un conținut redus de carbon organic 0,2 — 0,5%, dar un conținut ridicat de hidrocarburi în rocă de 4 000 — 8 000 p.p.m., constituie un indiciu important de existență a unei roci colectoare. Acestea pot conține cantități variabile de sulf piritic și de fier bivalent, caracterul reducător nefiind obligatoriu pentru acest gen de roci.

Extractul de rocă colectoare conține o cantitate foarte mică de asfaltene, sub 1%.

3. CONCLUZII

Făcîndu-se acum o sinteză și o sistematizare a tuturor rezultatelor petrografice și geochimice menționate, se consideră următoarele valori ca putînd să servească la diferențierea rocilor cu Kerogen, a rocilor generatoare și a celor colectoare :

Natura rocii	C organic, %	Extract, %	Hidrocarburi, % în extract	Hidrocarburi, p.p. m în rocă	Caracter reducător	Ulei obținut prin încălzire, %	Asfaltene în extract, %
Roci cu Kerogen	10—50	0,1—0,3	20—30	sub 500	da	peste 5%	valori mari
Roci generatoare	1—10	0,05—1,5	peste 50	peste 400	da	sub 5%	între 1—30
Roci colectoare	0,2—0,5	1—3	60—80	4 000— 20 000	nu este obligatoriu	—	sub 1

Cifrele cuprinse în tabela menționată nu au un caracter absolut, din care cauză au fost indicate limite. Aceste valori constituie un punct de plecare care în viitor poate fi completat și îmbunătățit.

Este evident că, în afara celor trei categorii de roci de care a fost vorba mai înainte, mai există încă o categorie de roci cu conținut de hidrocarburi inferior limitelor indicate în tabelă. Aceste roci sînt considerate roci sărace în hidrocarburi.

BIBLIOGRAFIE

1. Ali Zade, A. A., Veber, V.V. și Soifet, P.A. Trudî vse soiuznogo nefteanogo kongresa v Moskve. In : Ghenezis nefti i gaza, 1967, p. 32
2. Barton, D.C. B.A.A.P.G. **21**, 1937, p. 914.
3. Botneva, T. A. Trudî vse soiuznogo nefteanogo kongresa v Moskve ; In : Ghenezis nefti i gaza, 1967, p. 177.
4. Bray, E. E. și Evans, E. D. In : Geo et Cosmo Acta, **22**, nr. 1, 1961, p. 2.
5. Bray, E. E. și Evans, E. D. In : B.A.A.P.G., **49**, 1965, p. 248.
6. Brenneman, M. C. și Smith, P.V. Jr. In : Habitat of Oil, 1958, p. 818.
7. Califet-Debyser, *P.* și Oudin, J. I. 158-th National Meeting of the A.C.S. New York, 1969. Division of Petroleum Chemistry.
8. Cerchez, V. Th și Anton, S. In : R.I.F.P., nr. 12, 1967, p. 1 818.
9. Cerchez, V. Th. și Anton, S. In : Petrole et Gaz en Roumanie, 8 Congres Mondial du Pétrole et Moscou, 1971, p. 29.
10. Colombo, U. Fundamental aspects of Petroleum geochemistry, Elsevier Publ. Comp. Amsterdam, 1967, p. 33.
11. Combaz, A. In : Revue de Micropaleontologie, 7, nr. 4, 1964.
12. Correia, M. In : R.I.F.P., **XXIV**, nr. 12, 1967, p. 1 417.
13. Deroo, G., Durand, B., Espitalié, J., Pelet, R. și Tissot, B. 4th International Meeting on Organic Geochemistry, Amsterdam, sept. 1968, p. 345.
14. Dvali, M. F. Leningrad Trudî Vnigri 211 Gostoptehizdat 1963.
15. Fularia, R. C. In : B.A.A.P.G., 51, 1967, p. 842.
16. Gordon Erdman, J. In : Geo et Cosmo, Acta **22**, 1961, p. 16.
17. Hunt, J. M. Geo. et Cosmo. Acta **22**, nr. 1, 1961, p. 37.
18. Ismailov, A. Louis, M. In : Cours de Gèochimie du Pètrole, Edition Technip, Paris, 1967, p. 160.
19. Khalifeh, Y. și Louis, M. In : R.I.F.P., **XIII**., nr. 9, 1958, p. 1 247.
20. Kubler, B. In : R.I.F.P. **XIX**. nr. 10, 1969, p. 1 093.
21. Louis, M. Cours de Géochimie du Pétrole, Editions Techniq, Paris, 1967, p. 146.
22. Louis, M. și Tissot, B. Influence de la température et de la pression sur la formation des hydrocarbures dant les argiles a Kerogéne. Referat I.F.OP., 1966, nr. 13 849.
23. Makoneţki, P. Trudî vsescivznogo nefteanogo kongresa v Moskve „Ghenezis nefti i gaza", 1967, p. 192.

24. Martin, R. L., Winters, J.C. şi Williams, J. A. 199, 1963, p. 1 190.

25. Meinschein, W. G., Southwest Regional Meeting of Am. Chem. Soc. 4 — 6 dec. 1957, Tulsa, Oklahoma.

26. Mrazec, L. In : Petroleum Zeit, **23**, nr. 24, 1926 p. 1.

27. Nerucev, S.G. şi Kovaceva, I.S. Dokl. Akad. Nauk S.S.S.R., 1965, **162**, nr. **4**, p. 913.

28. Philippi, G.T. Identification of oil source beds by chemical means, Intern. Geol. Congr. Mexico, Seccion III. 1957, p. 25.

29. Philippi, G. T. In : Geo. et Cosmo Acta, nr. 9, 1965, p. 102.

30. Pustovalov, L. V. C. R. Congr. géol. internat. XIX. Sess, Alger 1952, sect, XIII, p. 171.

31. Rodionova, K. F. şi Maksimov, S. P., Sovet Gheolognia, nr. 11, 1970, p. 3.

32. Ronov, A. B. In : Gheohimia, 1958, 5, p. 409.

33. Schreier, S. J. şi Zarella, W. M. In : Geo, et Cosmo. Acta 1966, p. 24, p. 415.

34. Slavin, P. S. Dokl. Akad. Nauk. S.S.S.R., 7, 1961, p. 88.

35. Smith, P. V. Jr. In : B.A.A.P.G. **38**, 1954, p. 377.

36. Stevens, N. P., Bray, E. E. şi Evans, E. D. In : B.A.A.P.G. **40**, 1956, p. 975.

37. Staplin, F. A. In : Bull. Canad. Pétr. Geology **17**, nr. 1, 1969, p. 47.

38. Teichmuller, M. In : Revue de l'Industrie Minérale, nr. special Juillet, 1958, p. 99.

39. Teichmuller, M., Khalifeh. P., Roucach, J. şi Louis, M. R.I.F.P. **XV**, nr. 11, 1960, p. 1567.

40. Teodorovici, G. I. In : Bul. Mosk. obsectva Natur. Secţia Geologie, 1947, **22**, , nr. 1.

41. Tissot, B. In : R.I.F.P., nr. 11, 1966, p. 1 621.

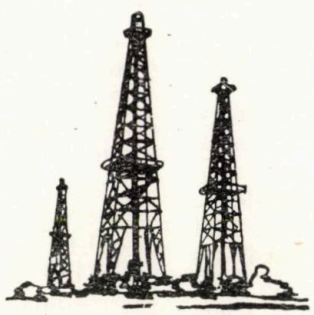
42. Tissot, B. In : R.I.F.P., XX**IV**, 1969, p. 470.

43. Vasoevici, N. B. şi Nerucev, S.G. : Mejdunarodnîi gheologhiceski kongres XXII S.S.S.R. , Docladî sovetschih gheologov. Izdatelistvo Nauka, Moskva, Gheologhia nefti Problema, 1964, p. 9.

44. Welte, D. H. In : B.A.A.P.G., **49**, 1965, p. 2 246.

45. White, D. In : B.A.A.P.G., **19**, 1935, p. 589.

46. White, D. In : Journ. Washington Acad. Sci., nr. 5, 1915, p. 189.



Problemele forajului dirijat cu turbină la adîncimi mari

Ing. N. C. Iovitzoiu

Odată cu creşterea adîncimii de foraj, problema forajului dirijat cu turbina se complică faţă de forajul dirijat al sondelor de adîncime curentă.

Dificultăţile forajului dirijat cu turbina la adîncimi mari, respectiv operaţiile prin care este necesar să se ia o altă gaură pentru eliminarea unui accident tehnic, sînt determinate de mai multe cauze, şi anume :

1. Creşterea temperaturii la talpa sondei, care poate duce la o cimentare necorespunzătoare, deci la un dop de ciment slab.
2. Scăderea forabilităţii rocilor o dată cu creşterea adîncimii de foraj.
3. Pierderi de sarcină la talpă şi deci la turbină a puterii necesare pentru dislocarea rocilor.
4. Creşterea timpului necesar operaţiilor de manevră.
5. Descreşterea controlului asupra procesului de foraj, ca urmare a creşterii distanţei de la sapă la suprafaţă.
6. Adesea creşterea greutăţii fluidului de foraj face necesară dezvoltarea la pompe a unei presiuni mari.

La forajul cu turbină, energia dislocării rocilor se transmite prin fluidul de foraj, iar această energie este furnizată de pompele sondei, care transformă energia mecanică în energie hidraulică.

O parte din această energie se pierde pentru învingerea rezistenţelor hidraulice, în sistemul de circulaţie, în manifold, prăjini de foraj, racorduri speciale şi în spaţiul inelar, pierderile respective fiind cu atît mai mari cu cît este mai mare adîncimea sondei. Energia rămasă se foloseşte în turbină parţial, în funcţie de randamentul turbinei, transformîndu-se în energie mecanică utilizată de sapă.

Randamentul turbinei scade pe măsură ce adîncimea sondei creşte şi de la o anumită adîncime rezultatele obţinute cu turbina sînt mult mai slabe decît cele obţinute la forajul cu masa.

Este cunoscut faptul că o dată cu creşterea adîncimii sondei debitul noroiului de circulaţie trebuie redus, datorită creşterii rezistenţelor hidraulice.

S-a demonstrat teoretic şi practic că pentru obţinerea puterii maxime la talpă, păstrînd constantă presiunea pompelor, trebuie respectată condiţia ca :

$$N_t = 2/3 \; N_p,$$

în care :

N_t este puterea turbinei la talpă ;
N_p — puterea instalaţiei de pompare

sau :

$$P_t = 2/3 \; P_p,$$

în care :

P_t este căderea de presiune în turbină ;
P_p — presiunea admisibilă de regim a instalaţiei de pompare.

Pentru asigurarea unei puteri maxime la talpă este necesar deci ca debitul noroiului să fie astfel ales, încît căderea de presiune la talpă să reprezinte două treimi din presiunea dezvoltată de pompe ; puterea hidraulică transmisă la talpă va ajunge la maximum atunci cînd pierderile în sistemul de circulaţie vor ajunge la o treime din presiunea admisibilă.

O cauză care duce la reducerea puterii hidraulice la talpă, deci care nu permite respectarea condiţiei arătate este greutatea specifică a fluidelor de foraj utilizate la sondele de mare adîncime.

În general, la sondele de mare adîncime, la debitele necesare pentru buna funcţionare a turbinei, pierderile de sarcină sînt mult mai mari decît o treime din cele furnizate de la suprafaţă, cînd există, aşa cum s-a arătat, puterea maximă.

Dacă se ţine seama de faptul că randamentul turbinei va scădea pe măsură ce va creşte adîncimea, din cauza pierderilor de presiune este necesar, pentru utilizarea completă a puterii maxime, să se mărească numărul de trepte în turbobur.

Folosindu-se un turbobur cu un număr mai mare de trepte, debitul de noroi necesar va fi mai mic decît debitul necesar pentru un număr mai redus de trepte, iar turboburul va permite aplicarea unei apăsări mai mari pe sapă. Prin urmare pe măsură ce se lucrează la adîncimi mai mari cu turboburul este necesar să existe un număr mai mare de trepte, deci o lungime mai mare a turboburului, acest lucru ducînd la imposibilitatea creării unui efort lateral de împingere asupra sapei prin montarea deviatorului la partea de sus a turbinei în cazul forajului dirijat.

Puterea hidraulică trebuie să fie transmisă turbinei de foraj la presiuni mari ale fluidului de circulaţie, întrucît este necesară şi o spălare bună a tălpii sondei în timpul forajului.

Pentru a obține cele mai bune rezultate la adîncimi mari trebuie aplicate turații reduse și apăsări mari asupra sapei.

Pentru calcularea caracteristicilor tehnice ale turboburelor de foraj destinate forajului de adîncime, trebuie stabilite valorile anumitor parametri, și anume :

— debitul minim necesar al fluidului de circulație pentru spălarea în bune condiții a tălpii, presiunea maximă ce trebuie dezvoltată de pompele sondei, turația sapei și numărul maxim de etaje ale turbinei.

La sondele de adîncime, unde nu este nevoie să se execute operații de dirijare cu turbină, se pot utiliza turbinele cuplate.

Datorită faptului că întrebuințarea dispozitivelor de deviere la turbinele cuplate nu este posibilă, din cauza lungimii și greutății lor mari, A.A. Mosumov U.R.S.S. [1] a propus și a realizat îmbinarea celor două secții ale turbinei cuplate sub un unghi cu ajutorul unei reducții excentrice și a unei mufe speciale.

Construcția subansamblului de legătură are forma arătată în figura 1, îmbinarea celor două secții realizîndu-se cu unghiuri de îndoire de 1°00′, 1°30′ și 2°00′.

Reducția de legătură dintre cele două secții este astfel construită, încît permite folosirea turbinelor cuplate obișnuite doar prin înșurubarea reducției strîmbe între secția inferioară și cea superioară′.

Acest turbobur s-ar putea numi turboburul cuplat strîmb. Din figură se poate vedea modul în care este alcătuit dispozitivul.

Reducția strîmbă *1* se înșurubează pe secțiunea inferioară a turboburului, după care pe mufa inferioară se îmbracă coroana mufei *3*, în care se introduce manșonul superior *2*. Legătura dintre manșonul superior *2* și mufa inferioară *4* se face prin bila de oțel *5*. Toate dimensiunile dispozitivului sînt date în figură. Această reducție, după cum se vede, are un unghi de înclinare de 2°00′.

La secția superioară a acestui turbobur se înșurubează o reducție cu cuțite pivotante, pentru a putea executa operația de orientare de la suprafață cu metode de fund prin interiorul garniturii de foraj.

Cuțitele pivotante se așază pe direcția excentricității maxime a reducției strîmbe dintre cele două secții, care este ștanțată la exterior pe această direcție, avînd, de asemenea marcat și numărul de grade al înclinării ei.

Această metodă nu a fost aplicată la noi în țară pînă în prezent și considerăm că este necesar a fi experimentată.

O altă problemă ce se ridică în cazul forajului dirijat cu turbina la adîncimi mari este aceea a prăjinilor de foraj cu care se forează.

Este cunoscut faptul că rezistențele opuse circulației de noroi de către prăjinile de foraj și racordurile speciale depind de diametrul la puterea cincea a secțiunii de trecere a prăjinilor și racordurilor respective.

Acest lucru înseamnă că, atunci cînd diametrul secțiunii de trecere a prăjinilor se va mări, adîncimea la care turboburul va putea fi întrebuințat rațional va crește. Este necesar deci ca la forajul cu turbină să se utilizeze prăjini cu diametrul secțiunii de trecere cît mai mare.

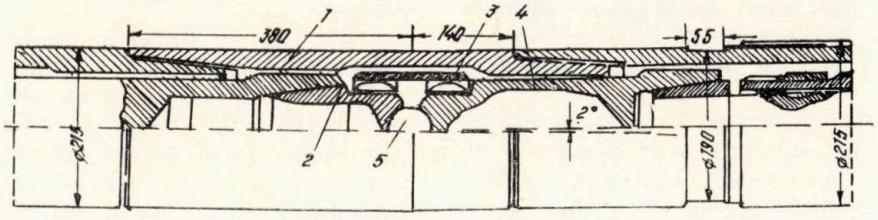


Fig. 1.

Practica din țara noastră a confirmat posibilitatea funcționării turbinei de foraj cu fluide avînd greutatea specifică pînă la 2,1 kgf/dm³. Astfel s-au luat găuri noi de pe poduri de ciment în jurul adîncimii de 2 800—3 000 m cu fluide de foraj cu greutatea specifică de 2,1 kgf/dm³, utilizîndu-se turbine simple de 6 5/8".

În urma unui accident tehnic care a avut loc la o sondă de adîncime din țară (ruperea prăjinilor de foraj), a fost necesară să se ia o gaură nouă cu turbina de pe un pod de ciment cu oglinda fixată la adîncimea de 4 652 m.

În acest caz s-a utilizat o turbină de 5" (o singură secție dintr-o turbină cuplată), în lungime de 5,76 m, cu o reducție strîmbă de 1°30′ și un pas de prăjini grele.

Cuțitele de orientare s-au fixat într-o reducție deasupra prăjinilor grele, iar deasupra reducției s-a prevăzut un cupon din material amagnetic, pentru executarea operațiilor de orientare prin garnitura de foraj.

Este adevărat că în acest caz s-a beneficiat de trei factori care au concurat la buna desfășurare a operațiilor, și anume :

a) înclinarea găurii de sondă, care era de circa 3°00′ ;

b) Caracteristicile fluidului de foraj, greutatea sa specifică fiind de 1,10 kgf/dm³, iar viscozitatea, de 58 s ;

c) formațiunea la adîncimea de unde se lua gaură nouă era calcaroasă, deci se preta perfect la forajul cu turbină.

Trebuie menționat faptul că sapele cu role utilizate au avut de suportat turații extrem de mari, turbina avînd un număr redus de trepte.

Acest fapt a determinat executarea unui mare număr de marșuri sapele fiind extrase după o oră și jumătate de funcționare, datorită uzurii mari la rulmenți. Din cauza turației mari a sapei, vibrațiile ce luau naștere provocau uzura filetelor la prăjinile grele, ceea ce a făcut ca după fiecare marș să fie necesară calibrarea filetelor prăjinilor grele.

Uzura filetelor a fost observată datorită decalajului găsit după fiecare marș între cuțitele de orientare, care, așa cum s-a arătat, se aflau montate deasupra prăjinilor grele și excentricitatea maximă a reducției strîmbe montate imediat deasupra turbinei de foraj.

La extragerea garniturii, după fiecare marș se găsea un decalaj de circa 40°00′ între cuțitele de orientare și direcția de acționare a reducției strîmbe.

Considerăm că ar fi necesar în cazuri similare experimentarea la adîncimi mari a sapelor cu diamante care ar permite executarea operațiilor de dirijare cu turbina într-un timp mai scurt, aceste sape avînd o rezistență mare la uzură, indiferent de diametrul lor și de viteza lor de rotație.

Prin utilizarea sapelor cu diamante va crește și durata de serviciu a turbinelor de foraj, prin faptul că se vor elimina vibrațiile care iau naștere în garnitura de foraj la utilizarea sapelor cu role.

Aplicarea sapelor cu diamante la turbină ar fi foarte importantă în cazul sondelor de adîncime, unde diametrul găurii de sondă este în general mic și unde, atunci cînd se forează direcțional cu turbina, turația sapei este foarte mare, datorită numărului mic de elemente în turbină.

Cercetările experimentale executate la standurile de probă în R.F. a Germaniei în legătură cu vitezele periferice de rotație a sapei cu diamante au stabilit că ele pot avea o viteză periferică de 2 m/s, iar în S.U.A. [3 — 4] s-a stabilit tot pe bază de exeperiențe că această viteză poate ajunge pînă la 30 m/s.

Experiențele făcute în Franța au dovedit că sapa cu diamante de 12 1/4″ funcționează stabil la o turație de 1 000 rot./min [2].

Această turație de 1 000 rot./min corespunde unei viteze circulare la partea periferică a sapei de 16,3 m/s.

Deci este dovedit atît experimental, la standurile de probă, cît și practic că sapa cu diamante la forajul cu turbină dă rezultate bune la turații mari.

Ținînd seama de turația mare cu care se poate lucra cu această sapă și de faptul că o sapă cu diamante poate fi ținută la puț un număr mare de ore, este evident că va avea loc o creștere a vitezei mecanice ca și a avansării pe marș.

Se poate spune deci că cel mai important factor al forajului cu sape cu diamante îl constituie turația, care, datorită nivelului actual de perfecționare a construcției ei, are valori foarte mari.

Se menționează că în Franța pe zăcămîntul „Lac", la adîncimi de peste 3 000 m, sapa cu diamante a avut o avansare medie de 450 m marș.

Această avansare este de 40—50 de ori mai mare decît avansările obținute cu sapa cu trei role cu turbină și de 2—3 ori mai mare decît avansările cu masa obținută cu sapa cu diamante.

Rezultatele bune obținute la noi în țară la operațiile de dirijare a sondelor de adîncime cu turbina au fost posibile și datorită preciziei operațiilor de orientare executate cu metode de fund. Dacă aceste operații s-ar fi executat cu vechile metode de orientare de la suprafață, probabil că rezultatele obținute în forajul direcțional cu turbina la aceste sonde nu ar fi fost posibile.

Această precizie a orientărilor respective este scoasă în evidență și de faptul că la o sondă de adîncime de la noi din țară a fost posibilă regăsirea unei găuri pierdute la adîncimea de 4-650 m cu ajutorul turbinei de foraj.

Concluzii

Din practică s-a constatat că este posibil să se foreze direcțional cu ajutorul turbinei la adîncimi mari.

Se impune experimentarea în forajul dirijat la adîncimi mari a turbinelor cuplate, avînd între ele un unghi de înclinare, ceea ce va permite transmiterea necoaxială a cuplului de rotație și a apăsării axiale de la secția superioară la cea inferioară, metodă propusă și aplicată în U.R.S.S. de A.A. Mosumov.

De asemenea, trebuie experimentate sapele cu diamante, care vor aduce îmbunătățiri, în sensul că vor ajuta la devierea găurilor sondelor de adîncime în timpul cel mai scurt.

BIBLIOGRAFIE

1. Mosumov, A. A. In: Azerbaidjanskoe Nefteanoe Hozeaistvo, nr. 5, mai 1958.
2. Gusman, M. T. Nefteanoe Hozeaistvo, nr. 1, 1959.
3. Timofeev, N. S. și Gusman, M. T. Săparea sondelor în S.U.A. Gostoptehizdat, 1960.
4. Peters, P. Întrebuințarea sapelor cu diamante stimulează progresul forajului cu turbină Drilling. mai 1959.

Instalaţii şi supape speciale întrebuinţate în erupţia artificială intermitentă

Dr. ing. Corneliu Popescu

După cum se ştie, supapele montate pe ţevile de extracţie şi utilizate la pornirea sondelor în erupţie artificială intermitentă sînt identice cu cele de la sondele exploatate în erupţie artificială continuă [1, 2].

Denumirea de supape speciale se referă la supapele de lucru prin care se injectează gazele pentru realizarea ciclului intermitent de liftare. Caracteristica principală a acestor supape este aceea că permit trecerea unui debit mare de gaze injectate, care asigură o bună eficienţă a liftării, fără a necesita o diferenţă prea mare între presiunea de deschidere(P_{desch}) şi presiunea de închidere (P_{inch}) a supapei. Această diferenţă, după cum se ştie, este proporţională cu orificiul de trecere a gazelor A_v; ori, tocmai acest A_v trebuie să fie mare. Pentru a avea totuşi o suprafaţă mare de trecere a gazelor fără ca ($P_{desch} - P_{inch}$) să fie prea mare, ceea ce ar duce la un consum exagerat de gaze, se folosesc supape speciale, de tipul pilot, supape echilibrate şi supape parţial echilibrate. Supape echilibrate sînt cele la care presiunea de deschidere se manifestă pe o suprafaţă corespunzătoare lui A_b. La supapele neechilibrate, care de fapt sînt cele mai folosite, această presiune se manifestă pe o suprafaţă egală cu $A_b - A_v$. O supapă de lucru de tipul pilot este reprezentată în figura 1. Aşa cum se vede pe figură o supapă-pilot se compune din două părţi : o parte constituită dintr-o supapă obişnuită, cu burduf, acţionată de presiunea din coloana *10* şi partea principală, constituită din pistonul *1*. Acesta este prevăzut cu un orificiu longitudinal *2* şi cu orificiul principal de intrare a gazelor *3*. Supapa-pilot mai este prevăzută cu o bilă de reţinere *4*. Presiunea din ţevile de extracţie acţionează asupra supapei cu burduf obişnuite prin orificiul longitudinal *2*. Cînd presiunea din coloană depăşeşte valoarea presiunii de deschidere a acestei supape, ea se deschide, făcînd posibilă exercitarea presiunii din coloană deasupra pistonului *1*, pe care-l împinge în jos (datorită faptului că suprafaţa de trecere este mică şi opune rezistenţa la curgere), deschizînd astfel orificiul principal de intrare a gazelor *3* în ţevile de extracţie, orificiu caracterizat printr-o suprafaţă mare de trecere. O egalizare între presiunea de deasupra şi de sub piston în timpul intrării gazelor nu este posibilă, deoarece atît orificiul mare de trecere cît şi cel din piston au efect de duză.

Cînd presiunea din coloană scade sub valoarea presiunii de închidere a supapei *10*, aceasta se închide. Presiunea din coloană, care a fost acumulată între orificiul de trecere al supapei *10* şi faţa superioară a pistonului *1* se scurge în ţevile de extracţie prin orificiul *2* şi arcul *7* care fusese uşor comprimat, se destinde făcînd ca pistonul să închidă orificiul principal de intrare a gazelor *3*.

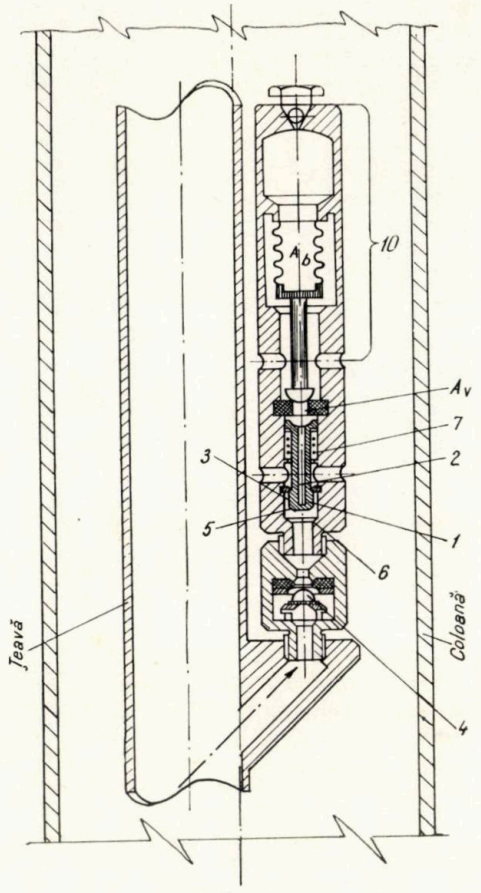


Fig. 1. Supapă de lucru tip pilot.

OBS. Oricît de comprimat ar fi arcul *7*, capătul inferior al pistonului *5* nu se aşază pe suprafaţa *6*. Relaţiile de calcul obţinute pentru P_{desch}, P_{inch}, TEF etc. se referă numai la supapa *10*.

Avantajul principal al acestei supape este acela de a oferi o suprafaţă mare de trecere, avînd o diferenţă mică între P_{desch} şi P_{inch}. O supapă obişnuită utilizată în locul supapei-pilot, pentru un acelaşi orificiu de trecere duce

la o diferență mare între P_{desch} și $P_{\hat{i}nch}$, ceea ce conduce în unele cazuri (coloana de diametru mare) la consumuri exagerate de gaze.

Supapele echilibrate sau parțial echilibrate oferă aceleași avantaje. În figura 2 sînt reprezentate două dintre cele mai utilizate tipuri.

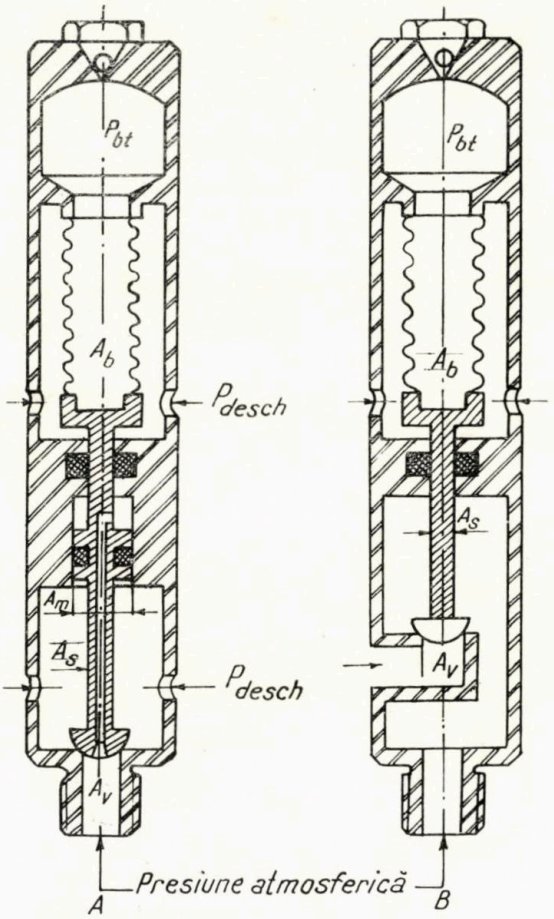


Fig. 2. Supape parțial echilibrate.

Principiul de funcționare a unei supape parțial echilibrate, care fiind închisă este pe punctul de a se deschide, se obține scriind ecuația de egalitate a forțelor ce tind să o țină închisă, și a celor care tind să o deschidă. Pentru figura 2A, această ecuație este :

$$P_{desch}(A_o - A_s) + P_{desch}(A_m - A_v) = P_{bt} \times A_b. \quad (1)$$

P_{desch} se referă la presiunea de deschidere corespunzătoare unei adîncimi la care există o temperatură T dată. Diferența (P_{desch} — $P_{\hat{i}nch}$) este în funcție de suprafața A_m, pentru A_v și A_s date.

După cum se vede pe figură, dacă $A_m = A_v + A_s$, supapa este echilibrată și presiunea de deschidere se exercită pe întreaga suprafață a burdufului A_b, fie că supapa este închisă sau deschisă. Cînd $A_m = A_v + A_s$, ecuația (1) devine :

$$P_{desch} = P_{bt}. \quad (2)$$

Cum presiunea de închidere a unei supape (fără arc), acționată de presiunea din coloană, este egală cu presiunea din burduf P_b, rezultă că $P_{desch} = P_{\hat{i}nch}$, iar diferența lor este egală cu zero. Pentru supapa din figura 2 B, scriind aceeași ecuație de egalitate a forțelor, rezultă :

$$P_{desch}(A_b - A_s) + P_{desch} A_v = P_{bt} \times A_b. \quad (3)$$

Aici diferența între P_{desch} și $P_{\hat{i}nch}$ este controlată de mărimea suprafeței A_s. Dacă A_s este mai mare decît A_v, presiunea de deschidere se exercită pe o suprafață mai mică decît A_b, supapa fiind parțial echilibrată.

Dacă $A_s = A_v$, supapa este echilibrată :

$$P_{desch} = P_{\hat{i}nch}.$$

O supapă tip pilot este mai ieftină și nu prezintă atîtea garnituri de etanșare, care pot slăbi în timp, fapt ce o face de preferat, mai ales că prezintă aceleași avantaje.

În afară de aceste tipuri de supape se mai utilizează în instalațiile de erupție artificială intermitentă și supape cu destinație specială, acționate tot de presiunea din coloană, cum ar fi cea utilizată în figura 3.

Aceasta este de fapt o combinație între o supapă de lucru obișnuită și un orificiu de comunicație al camerei de acumulare cu țevile de extracție, pentru a împiedica acumularea de gaze la partea superioară a camerei la son-

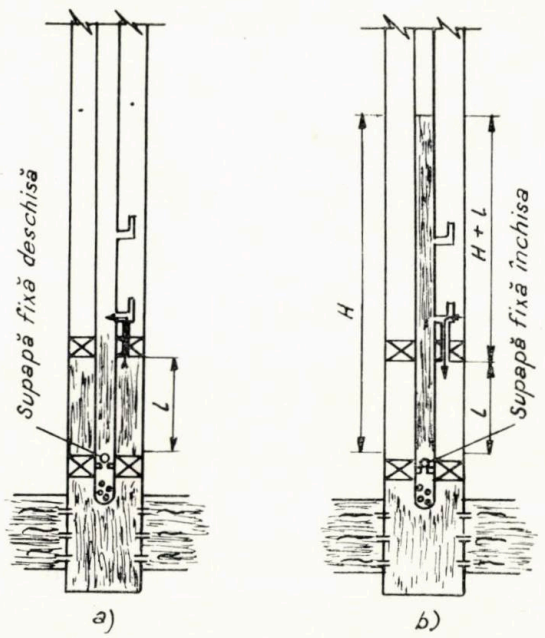


Fig. 3. Supapă specială cu două căi.

dele ce produc cu rații mari de gaze-lichid, fapt care ar conduce la o umplere incompletă a camerei de acumulare cu lichid.

Instalațiile de erupție artificială intermitentă pot fi cu sau fără cameră de acumulare. Cele două tipuri sînt prezentate în figura 4.

Tipul de instalaţie din figura 4 *b* este caracteristic pentru sonde cu presiuni de fund şi indici de productivitate mari. Instalaţia din figura 4 *a* este utilizată în ultima fază de producţie a unei sonde, cînd presiunea de fund a

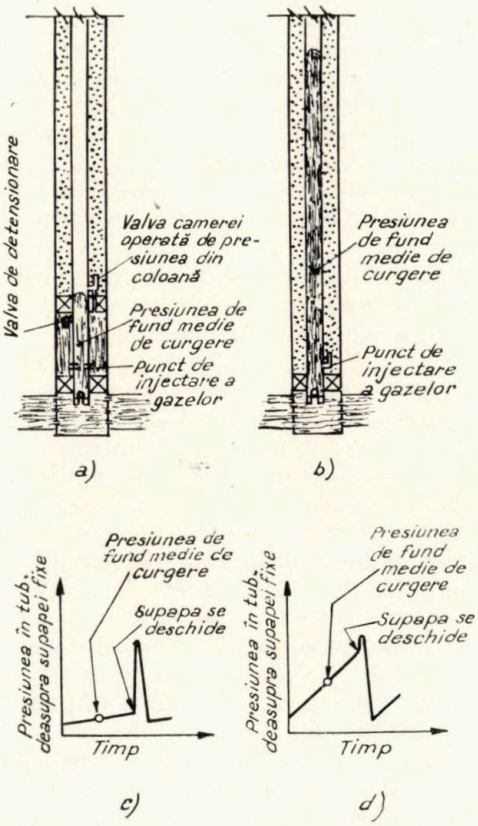


Fig. 4:

a — nivelul fluidului în cameră în momentul deschiderii valvei; *b* — nivelul fluidului în momentul deschiderii valvei; *c* — diagrama variaţiei presiunii în instalaţia cu cameră; *d* — diagrama variaţiei presiunii în instalaţie obişnuită fără cameră.

scăzut foarte mult; utilizînd această instalaţie rezultă o presiune de fund medie mai mică, deci o cădere medie de presiune mai mare.

Presiunile reprezentate în figura 4 au fost înregistrate cu un manometru de fund aşezat imediat deasupra supapei fixe. Camerele de acumulare sînt de recomandat la toate sondele de capacitate mică sau mare de producţie, însă cu presiuni de fund mici. De asemenea, la sonde cu presiuni statice mari dar *IP* mici; utilizarea unei camere de acumulare poate permite obţinerea unui debit maxim la o astfel de sondă.

Este de menţionat că există o eficienţă sporită a liftării atunci cînd se utilizează cameră de acumulare faţă de instalaţia din figura 4 *b*, deoarece se atinge viteza maximă de ridicare a dopului de lichid în momentul în care gazele pătrund pe la şiul ţevilor de extracţie. Camera de acumulare poate fi introdusă de la suprafaţă sau poate fi construită din însăşi coloana de exploatare a sondei, aşa cum se vede în figura 3.

Tipul de cameră de acumulare introdusă de la suprafaţă (fig. 5) se întrebuinţează acolo unde nivelul lichidului este scăzut şi nu depăşeşte intervalul perforat.

Schema din figura 5 *B* este caracteristică pentru sonde cu interval perforat foarte mare. Ţeava care pătrunde în camera de acumulare este de dorit să aibă pe cît posibil acelaşi sau aproape acelaşi diametru cu ţevile de extracţie. Utilizarea unei mandrine ca în figura 5 *A* nu permite extragerea supapei fixe; de asemenea, la trecerea dopului de lichid din mandrină în ţevile de extracţie are loc o favorizare a tendinţei de penetrare a gazelor prin dopul de lichid. Pe lîngă cele arătate mai sus, utilizarea mandrinei nu permite funcţionarea unui piston liber în cazul în care erupţia artificială intermitentă s-ar realiza cu ajutorul unui asemenea piston. O astfel de mandrină este utilă numai cînd fluidul din sondă are o puternică acţiune corosivă. În acest caz mandrina este prevăzută la partea superioară cu un dispozitiv de prindere.

OBS. Pe cît posibil este indicat ca echipamentul întrebuinţat să poată fi recuperabil, deoarece manevrele necesare pentru a da afară tot echipamentul atunci cînd se detectează numai o parte componentă durează şi sînt costisitoare. În caz că nu este posibil acest lucru, e bine ca cel puţin supapa fixă şi cea de lucru să fie recuperabile.

Faţă de cele arătate anterior, o sondă echipată pentru a funcţiona în erupţie artificială intermitentă este prevăzută în plus cu una sau mai multe supape de pornire, montate pe ţevile de extracţie, necesare pentru a descărca sonda de lichid. Supapa de lucru este plasată pe ţevile de extracţie sau pe packerul superior, cînd

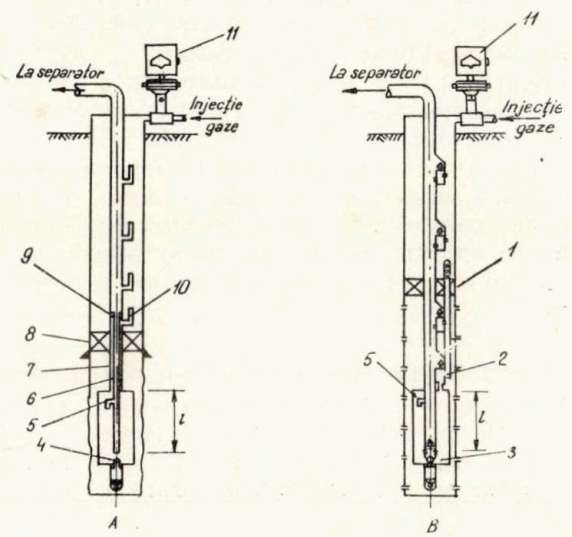


Fig. 5: Cameră de acumulare (tip insert) de tip obişnuit: *1* — packer cu by-pass; *2* — supapă de lucru recuperabilă; *3* — supapă fixă recuperabilă; *4* — supapă fixă nerecuperabilă; *5* — supapă de evacuare a gazelor din cameră; *6* — prelungitorul; *7* — ţeava de extracţie; *8* — packer mecanic; *9* — sistemul de prindere a prelungitorului; *10* — supapă de lucru nerecuperabilă; *11* — ventil programator.

există o cameră de acumulare formată din coloana de exploatare a sondei.

În caz că se utilizează mai multe supape de pornire, adîncimea primei supape L_1 se calculează în mod obișnuit cu relația :

$$L_1 = H_s + \frac{10 P_i}{\gamma} \frac{d^2}{D^2} - 20, \qquad (3)$$

în care :

H_s este nivelul static, m ;

P_i — presiunea de injecție, kgf/cm^2 ;

γ — greutatea specifică a lichidului din sondă, kgf/dm^3 ;

D,d — diametrul coloanei, respectiv al țevilor de extracție ;

sau

$$L_1 = H_s + \frac{10 (P_i - P_2)}{\gamma} \cdot \frac{d^2}{D^2} - 20, \qquad (4)$$

atunci cînd descărcarea sondei se face prin intermediul unui separator (P_2 fiind presiunea în capul de erupție).

Pentru a găsi adîncimea de fixare a celei de-a doua supape trebuie văzut dacă în timpul golirii puțului are loc o cădere de presiune pe strat. Se poate determina cu ușurință presiunea în țevi la nivelul primei supape pentru care stratul nu produce. Această valoare este :

$$P_{t_1} = \frac{h\gamma}{10},$$

în care h este distanța de la nivelul static H_s și pînă la adîncimea primei supape, m. De obicei H_s are valori mari la sondele trecute în erupție artificială intermitentă, astfel încît de cele mai multe ori nu este posibil ca stratul să debiteze în timp ce gazele pătrund în țevi prin prima supapă, foarte adesea nici la nivelul celei de-a doua supape nu se întîmplă acest lucru. Indiferent dacă stratul debitează sau nu, pentru a calcula adîncimea supapei a doua în funcție de debitul de gaze disponibil în linia de injecție trebuie să se determine presiunea în țevile de extracție la nivelul supapei respective.

Pentru a calcula exact această presiune, atunci cînd stratul nu debitează, ar trebui să se cunoască relația dintre presiunea din țevile de extracție la o anumită adîncime și la un anumit diametru, și debitul de gaze injectat, corespunzător unui regim de lucru în care lichidul este adus pînă la suprafață, fără a deversa deci :

$$Q_{lichid} = 0.$$

În unele lucrări de specialitate acest regim de lucru este cunoscut sub numele de $Q_{incipient}$. În acest scop au fost făcute diferite încercări [3]. De asemenea, metoda H. Duns și N. Ros s-ar putea aplica în acest scop. Determinînd pe baza celor arătate presiunea în țevi la nivelul primei supape P_{t_1}, în funcție de L_1, diametrul țevilor și debitul de gaze injectat, se găsește analitic sau pe cale grafică adîncimea supapei a doua L_2.

Pentru a determina adîncimea supapei a treia se verifică pe baza debitului de gaze injectat dacă presiunea în dreptul supapei a doua, în țevile de extracție, P_{t_2}, provoacă sau nu o cădere de presiune pe strat. În caz că nu are loc o cădere de presiune pe strat, se procedează întocmai ca la determinarea lui L_2. Dacă însă asupra stratului are loc o cădere de presiune L_3 se determină pe baza unui procedeu de încercare și eroare ce are în vedere o corelație de funcționare strat-sondă, procedeu arătat detaliat în lucrarea [2].

Se procedează în continuare la fel și pentru determinarea adîncimii de fixare a celorlalte supape, pînă cînd se ajunge la adîncimea corespunzătoare camerei de acumulare. (Imediat deasupra acestei camere de acumulare se montează o supapă de descărcare a lichidului prin care se face injecția, astfel ca, pe baza presiunii realizate în țevi în dreptul acestei supape, lichidul din camera de acumulare împins de gaze să ajungă la șiul țevilor de extracție). Și în acest caz se dimensionează orificiile de trecere ale supapelor, presiunile de deschidere, micșorarea presiunii de deschidere a unei supape, atunci cînd gazele pătrund în țevi prin supapa situată imediat mai jos, este, așa cum se arată în lucrările [1] și [2]. De asemenea presiunile de deschidere scad către supapele inferioare, cea mai mică presiune de deschidere avînd-o supapa de lucru.

(Injectînd gazele pe la șiu se poate determina capacitatea de producție a sondei respective în cazul în care ar produce în erupție artificială continuă și se poate compara în același timp cu capacitatea sondei de a produce în erupție artificială intermitentă).

Supapa cu care se lucrează în timpul funcționării normale a sondei este supapa de lucru, o supapă de tipul pilot descrisă la începutul lucrării. Înainte de a începe injecția gazelor în camera de acumulare, prin supapa de lucru, se determină presiunea în țevile de extracție dată de coloana de gaze care există deasupra ; aceasta are valoarea $P'_2 = P_2 \times e^{\frac{L}{ZRT}}$ (P_2 fiind presiunea din capul de erupție). Această presiune trebuie avută în vedere pentru a calcula presiunea de deschidere în funcție de elementele supapei de lucru alese și presiunea de închidere date de relațiile :

$$P_{desch.L} = \frac{P_{ut}}{(1 - A_v/A_b)} - P'_2 \times \frac{A_v/A_b}{(1 - A_v/A_b)} \qquad (5)$$

și :

$$P_{inch.L} = P_{desch.L} \times (1 - A_v/A_b) + P'_2 (A_v/A_b) \qquad (6)$$

$P_{desch.L}$ și $P_{inch.L}$ se referă la presiunea de deschidere și de închidere la adîncimea supapei

respective. (La supapele fără arc $P_{inch.L} = P_{bt}$). În continuare, se admite practic o presiune la șiul țevilor de extracție în momentul în care tot dopul de lichid se află în țevi și se deplasează cu o viteză W de aproximativ 5 m/s (viteză determinată experimental ca optimă în ceea ce privește randamentul liftării).

$$P_{șiu} = (0{,}6 \div 0{,}75)\, P_{desch.L}. \qquad (7)$$

Valoarea 0,6 ÷ 0,75 este condiționată de presiunea și de capacitatea liniei de gaze, de diametrul coloanei de exploatare și al țevilor de extracție.

Cunoscînd valoarea presiunii la șiu, din relația :

$$P_{șiu} = \frac{h_{dop} \times \gamma}{10} + \frac{\lambda W^2 h_{dop}}{2gd} \cdot \frac{\gamma}{10} + P_2, \qquad (8)$$

rezultă înălțimea dopului de lichid (h_{dop}) și, în funcție de acesta, lungimea camerei de acumulare. Acum se poate determina cu precizie adîncimea de fixare a supapei de lucru :

$$L_{\text{supapa de lucru}} = L_{\text{capul perforaturilor}} - 10\text{m} - \\ - L_{\text{cameră de acc.}} \qquad (9)$$

OBS. Mai înainte s-a presupus lungimea camerei de acumulare în funcție de înălțimea dopului de lichid rezultat pe baza presiunii de la suprafață din linia de gaze P_{inj}, și a presiunii din capul de erupție P_2 $\left[h_{dop} = \frac{10\,(P_{inj} - P_2)}{\gamma}\right]$ și raportul dintre suprafața coloanei și a țevilor. În caz că apar diferențe mari în privința adîncimii supapei de lucru, calculul pentru ultima supapă de pornire se reia.

Cunoscînd presiunea sub dopul de lichid și viteza acestuia, se determină debitul de gaze ce trebuie injectat V_{inj} în Nm³/s. Pe baza lui $P_{desch.L}$, $P_{șiu}$ și V_{inj} se determină suprafața orificiului principal al valvei prin care gazele pătrund în camera de acumulare.

În continuare se determină consumul de gaze, adică volumul de gaze ce umple țevile de extracție sub dop în momentul în care acesta ajunge la suprafață (V_c) în Nm³.

$$V_c = (L_{țevi} - h_{dop}) \times F_{țevi} \times P_{mediu}, \qquad (10)$$

unde :

$$P_{mediu} = \frac{P_{șiu} + P_{șiu} \times e^{\frac{L}{ZRT}}}{2} \qquad (11)$$

(Această presiune medie s-ar putea determina mai corect printr-o integrare grafică, considerînd în același timp coloana de gaze din țevile de extracție ca o coloană dinamică, deoarece în aceste țevi frecările au o pondere destul de mare).

Mai departe, se verifică dacă pe baza lui $P_{inch.L}$ și $P_{desch.L}$ făcînd valori medii de presiune :

$$P_{desch\ mediu} = \frac{P_{desch.supr.} + P_{desch.L}}{2}$$

$$\text{și } P_{inch\ mediu} = \frac{P_{inch.supr.} + P_{inch.L}}{2} \qquad (12)$$

volumul de gaze (în Nm³) degajat de coloană prin destindere de la $P_{desch\ mediu}$ la $P_{inch.\ mediu}$ corespunde cu necesarul de gaze dat de relația (10).

În cazul în care nu corespunde, fiind mai mic, se alege o altă supapă-pilot cu un A_v, mai mare, astfel ca diferența dintre P_{desch} și P_{inch} să fie mai mare. Dacă volumul de gaze degajat prin destindere era mai mare și deci ducea la un consum sporit de gaze, se alegea în consecință o supapă-pilot cu o diferență între P_{desch} și P_{inch} mai mică.

Se alege o supapă, astfel încît volumul rezultat din destinderea coloanei să fie egal sau cu puțin mai mare decît cel dat de relația (10).

Cînd presiunea din coloană se apropie de valoarea presiunii de închidere a supapei de lucru, se menține această presiune aproximativ două minute, injectînd gaze în coloană și măsurînd în același timp debitul injectat, după care injecția se oprește și supapa se închide. În acest fel, pe baza debitului injectat, a lungimii și a diametrului țevilor de extracție, rezultă presiunea la șiul țevilor în acel moment, precum și cantitatea de lichid ce se scurge înapoi în camera de acumulare după oprirea injecției, permițînd în acest fel să se cunoască randamentul liftării și să se compare cu liftarea aceluiași dop de lichid cu ajutorul unui piston liber [5].

Dacă din destinderea gazelor din coloană în limite acceptabile pentru $P_{desch.}$ și P_{inch} nu rezultă volumul de gaze dat de relația (10) (datorită volumului mic al coloanei de exploatare), se injectează diferența de gaze într-un timp egal cu cel în care dopul se ridică la suprafață. Se calculează timpul în care dopul de lichid parcurge distanța de la camera de acumulare la suprafață pe baza debitului injectat. Știind volumul de gaze și timpul, se completează diferența de Nm³ care rămîne neacoperită prin destinderea coloanei, determinîndu-se totodată și debitul de injecție ce trebuie menținut.

În continuare se calculează, așa cum s-a mai arătat [2] presiunea de deschidere a supapelor la suprafață într-un tester la 15°C și $P_t = 0$ astfel ca ele să se închidă și să se deschidă corespunzător presiunilor stabilite în dreptul supapelor în sondă.

Modul de lucru al unei instalații cu cameră de acumulare și punerea în evidență a anumitor nereguli în funcționare se poate observa ușor pe baza presiunilor înregistrate cu ajutorul unui manometru de fund instalat deasupra

valvei fixe. În figura 6 este dată o astfel de reprezentare a variaţiei presiunii în timp.

A) Presiunea de fund creşte uniform. Dacă după valoarea ei se constată că lichidul nu umple camera de acumulare, numărul de cicluri pe zi se micşorează.

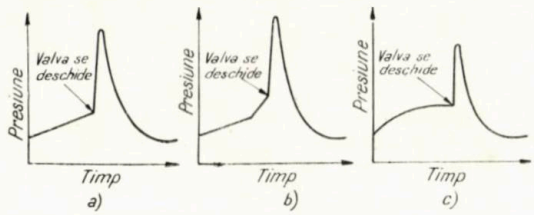


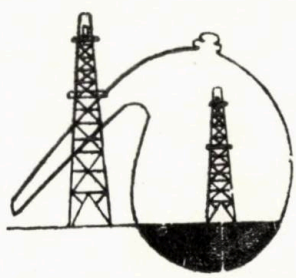
Fig. 6:

a — presiunea de fund creşte uniform. Dacă după valoarea ei se constată că lichidul nu umple camera de acumulare, numărul de cicluri pe zi se micşorează; *b* — o creştere accentuată a presiunii de fund înainte ca supapa să se deschidă arată că lichidul a umplut camera de acumulare şi se ridică pe ţevile de extracţie, fapt ce face să existe o creştere mai rapidă în timp a presiunii. În acest caz numărul de cicluri/zi trebuie mărit; *c* — curba de creştere a presiunii de fund se aplatizează. Numărul de cicluri pe zi trebuie mărit.

B) O creştere accentuată a presiunii de fund înainte ca supapa să se deschidă arată că lichidul a umplut camera de acumulare şi se ridică pe ţevile de extracţie, fapt ce face să existe o creştere mai rapidă în timp a presiunii. În acest caz numărul de cicluri/zi trebuie mărit.

BIBLIOGRAFIE

1. P o p e s c u , C. În : Petrol şi gaze **22**, 1971, nr. 12, p. 729.
2. P o p e s c u , C. În : Petrol şi gaze **23**, 1971, nr. 1, p. 29.
3. M u r a v i e v , M. şi C r î l o v , A. P. Exploatarea zăcămintelor de ţiţei şi gaze, Ed. tehnică, Bucureşti, 1951.
4. W i n k l e v , H. W. şi S i d n e y S m i t h , Camco Gas Lift Manual, Houston, Texas, 1962.
5. Po p e s c u , C. Teză de docotorat, aprilie 1968.



Determinarea parafinei din bitumuri cu ajutorul calorimetriei diferenţiale

Ing. C. Savu,
ing. G. Giavarini şi
dr. ing. I. Zîrnă

Numeroşi cercetători [1] s-au ocupat încă de la începutul secolului de determinarea conţinutului de parafină din bitum. Efectul parafinei asupra produselor bituminoase şi metodele de determinare a acesteia au fost redate în diferite lucrări de specialitate [2, 3, 4, 5].

Majoritatea metodelor de analiză se bazează pe distilarea pirolitică, urmată de îndepărtarea asfaltenelor şi a răşinilor şi apoi de determinarea parafinei. Metode mai recente utilizează cromatografia pe alumină [2].

În general se cunoaşte că parafina solidă are o oarecare influenţă asupra calităţii bitumurilor.

Importantă este natura parafinei din bitum şi anume, dacă aceasta este tare, moale, macrocristalină sau microcristalină. Natura parafinei depinde de ţiţeiul din care provine bitumul şi de treptele de prelucrare utilizate pentru fabricarea acestora. Toate aceste faze preliminare au condus la păreri diferite, uneori contradictorii, asupra influenţei parafinei din bitum [2], precum şi asupra proporţiei acesteia în bitum.

Prin lucrarea de faţă se sugerează o metodă simplă şi practică pentru determinarea parafinei conţinute în bitum, bazată pe principiile calorimetriei diferenţiale.

Calorimetria diferenţială este folosită la studierea proprietăţilor bitumului [6], iar în ultimul timp în determinarea parafinei din uleiurile minerale [7, 8].

Materiale şi aparatura folosită

Au fost studiate patru bitumuri de calităţi diferite (tabela 1) în amestec cu o parafină comercială cu un punct de topire de 49°C, cu un conţinut de ulei de 3,6 %, hidrocarburi aromatice 0,2 %, hidrocarburi saturate 99,8 %, numărul mediu al atomilor de carbon 24 şi greutatea moleculară medie de 341.

TABELA 1

Caracteristicile bitumurilor

	Proba 1	Proba 2	Proba 3	Proba 4
Greutate specifică	1,0190	1,087	1,0215	1,0298
Penetraţie la 25°C, 1/10 mm	295	287	85	80
Punct de înmuiere, inel şi bilă, °C	38	40	47	47
Parafina CNR, % gr. [11]	1,54	1,49	1,45	6,48
Punct de rupere Fraass, °C	−20	−20	−22	−19

Ca aparatură s-a folosit un calorimetru diferenţial. Probele au fost studiate pe un interval de temperaturi cuprins între −83°C şi +87°C, temperaturi între care au loc efectele termice ale cristalizării şi topirii parafinei.

Compoziţia amestecurilor între bitum şi parafine, precum şi valorile obţinute prin integrarea picurilor rezultate prin topirea bitumului cu parafină sînt redate în tabela 2. S-a determinat căldura de topire a parafinei înainte

TABELA 2

Amestecuri între parafină şi bitumuri

Parafină în amestec, % gr.	Proba 1			Proba 2			Proba 3			Proba 4		
	G, mg	Ao_2, mm	$\Delta H = 0{,}152 \frac{Ao}{G}$, cal/gr.	G, mg	Ao_2, mm	$\Delta H = 0{,}152 \frac{Ao}{G}$, cal/gr.	G, mg	Ao_2, mm	$\Delta H = 0{,}152 \frac{Ao}{G}$, cal/gr.	G, mg	Ao_2 mm	$\Delta H = 0{,}152 \frac{Ao}{G}$, cal/gr.
0	44	88	0,322	48,5	104	0,310	29	54	0,283	35,9	39	0,163
1	33	130	0,59	27,8	117	0,64	45	189	0,61	32,2	99	0,480
2				54,7	323	0,92						
3	40	317	1,20	26,0	205	1,20	37	272	1,12	28,0	138	0,75
4				29,4	280	1,45						
5	30	355	1,79	31,2	400	1,95	46	548	1,81	34,1	387	1,71
6				29,9	401	2,04	59	830	2,14	32,9	436	2,02
7	38,5	645	2,62	31,8	515	2,46	34	540	2,41	26,6	430	2,46
8				31,1	553	2,70						
10	25,5	556	3,32	24,3	516	3,21	36	788	3,32	36,0	762	3,22
100	8,6	1700	30	8,6	1700	30	8,6	1700	30	8,6	1700	30
100*	6,1	815	20,3	7	907	19,6	5,3	687	19,7	5,2	685	20

* Parafina este obţinută prin metoda CNR din bitum.

de folosirea în amestec cu bitumul şi similar căldura de topire pentru parafina obţinută din bitum prin metoda CNR.

Interpretarea rezultatelor

În cercetările picurilor obţinute prin încălzirea şi răcirea probelor de amestec se constată că o importanţă deosebită o are regimul termic aplicat anterior determinării, permiţînd cristalizarea microcristalină, macrocristalină sau amorfă [2, 10. 11]. Pentru prezentele determinări s-a păstrat acelaşi regim termic, efectuîndu-se un ciclu de încălzire-răcire, după care s-a încălzit şi s-a răcit pentru determinarea efectului termic.

Probele de bitum precipitate după îndepărtarea parafinei nu prezintă fenomene termice [2], fiind lichide subrăcite, neprezentînd fenomene de cristalizare sau de topire.

Pentru toate amestecurile efectuate se constată o creştere liniară a căldurii de topire cu cantitatea de parafină adăugată (fig. 1), fapt

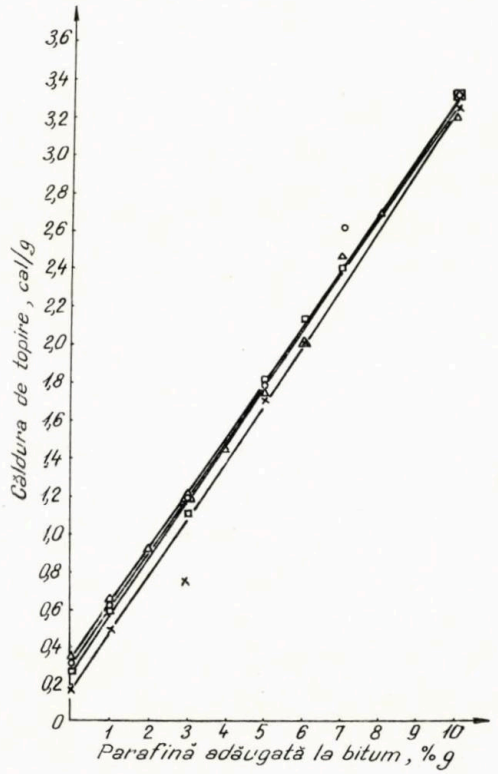


Fig. 1. Variaţia căldurii de topire cu cantitatea de parafină adăugată :
O–O proba 1; Δ–Δ proba 2; □–□ proba 3; × – × proba 4.

ce conduce la concluzia că efectul termic dat de proba de bitum fără parafină adăugată se datoreşte parafinei existente în mod natural în bitum.

Ca să poată fi determinat procentul exact de parafină din bitum a trebuit să se determine căldura specifică a parafinei existentă deja în fiecare probă de bitum în parte, căldură care s-a determinat după aceeaşi metodă calorimetrică (proba însemnată cu * în tabela 2). S-a găsit că parafina determinată prin metoda CNR din bitumurile studiate are o căldură de topire de aproximativ 20 cal/g (tabela 2), faţă de 30 cal/g la cea industrială şi un punct de topire de aproximativ 47—52°C, aproape egal cu cel al parafinei industriale adăugate. Diferenţa căldurilor de topire poate fi datorată hidrocarburilor izoparafinice [7, 8], modului de cristalizare a acesteia [11, 12] sau transformărilor ce au avut loc în procesul de distilare [2].

Cunoscînd căldura de topire a parafinei din bitum şi luînd-o egală cu 20 cal/g s-a calculat procentul de parafină din bitum, prin împărţirea efectului termic ΔH al probei la căldura de topire. Procentul de parafină astfel obţinut, comparativ cu cel determinat prin metoda CNR, prezintă o abatere în plus de 4 %, aşa după cum se poate observa în tabela 3.

Tabela 3 permite compararea dintre parafina determinată pentru bitumurile studiate (bitumuri de drumuri pentru care este valabilă metoda CNR) prin metoda CNR şi metoda calorimetriei diferenţiale.

TABELA 3

Rezultatele comparative ale parafinei determinate prin metoda CNR şi cea a calorimetriei termice diferenţiale

	Metoda CNR	ΔH	$\frac{\Delta H}{20} \times 100$	$\frac{\frac{\Delta H}{20} \times 100}{\text{Metoda CNR}} \times 100$
Proba 1	1,54	0,322	1,61	104,6
Proba 2	1,49	0.310	1,55	104
Proba 3	1,45	0,283	1,40	103,7
Proba 4	0,77	0,163	0,815	104,3

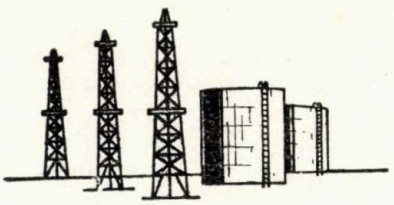
Dacă căldura de topire a parafinei din bitum va fi determinată după o altă metodă decît cea a calorimetriei diferenţiale, iar parafina se va determina după o altă metodă decît CNR, este posibilă găsirea unor corelaţii analoge celor găsite mai sus.

În concluzie, se poate afirma că parafinele din bitumuri se pot determina cu ajutorul calorimetriei diferenţiale, respectînd un regim termic bine stabilit al probelor luate în studiu. Neţinînd seama de acesta, erorile pot ajunge pînă la valori de 100 %, nepermiţînd tragerea unor concluzii directe.

Metoda de analiză prezentată permite o indicaţie precisă asupra parafinei totale existente în bitum nedistrusă ca în cazul metodei pirolitice [2] sau absorbite diferenţial, conform metodei cromatografice (D e m i a n c i k) [2]. Metoda este simplă, necesită o cantitate mică de probă, este curată şi rapidă, scurtînd timpul la circa o oră, faţă de celelalte metode, ce cuprind minimum 6 ore.

BIBLIOGRAFIE

1. Marcusson, J. şi Eickmann. Chem, Z., 965, 1908 The Modern Asphalte Pavement, Richardson, C., 2-nd Ed., New Jork, John Wiley — Sons p. 558, 1908.
2. Vagner, M. şi Şoroagă, V. In : Petrol şi gaze, mai 1969, **20** p. 359 — 366.
3. Schmidt, H. Bitumen, Teere Asphalte Peche, **18**, 1967, p. 282.
4. Abraham, H. Asphalts and Allied Substances **4**, p. 339. Princenton, N. Y., 6 **a** edit. D. van Nostrand Co.
5. Krom, C. I. In : J. Inst. Petr., **54**, nr. 536, 1968, p. 232.
6. Giavarini, C. şi Pochetti, F. Determinazione della transizione vetrosa nei bitumi mediante la calorimetria differenziale. Presentata al II simposia del Gruppo Italiano ICTA — Milano, 16 maggio 1970.
7. Giavarini, C., Pochetti, F. şi Savu, C. In : La revista dei Combustibili XXIII, fasc. 10, 1969, p. 496 — 500.
8. Savu, C., Giavarini, C. şi Pochetti, F. In : Petrol şi gaze, **21**, 1970, nr. 2, p. 117 — 122.
9. Costantinides, G. şi Schromek, N. In : La revista dei Combustibili, XXII, asc. 9, 1968, p. 468 — 474.
10. Costantinides, G. şi Schromek, N. In : La revista dei Combustibili, XXIII, fasc. 11, 1969, p. 541 — 550.
11. xxx Consiglio Nazionale delle Ricerche — Norme per l'acuettazione dei bitumi per usi stradali. Fascicola 2, Roma 1971.



Contribuţii analitice la studiul compoziţiei aditivilor sulfonaţi de calciu suprabazici

Chim. Valeria Teodorescu şi
ing. Manuela Stănescu

Sulfonaţii de calciu şi de bariu se folosesc pe scară largă ca aditivi detergenţi pentru uleiuri lubrifiante.

Aceşti aditivi se fabrică fie sub formă de sulfonaţi neutri, fie ca sulfonaţi suprabazici. În cazul acestora din urmă, prin tehnologia de preparare se asigură o rezervă de alcalinitate (cantitatea de metal legală poate depăşi de cîteva ori cantitatea stoichiometrică calculată din greutatea moleculară respectivă şi indicele de aciditate al acizilor sulfonici).

În ceea ce priveşte aditivii suprabazici, se cunosc puţine date referitoare la structură. În general, se apreciază că ei reprezintă dispersii coloidale de săruri de calciu (carbonat, acetat etc.), stabilizate datorită sulfonatului de calciu neutru.

În literatura de specialitate există unele date privind sinteza sulfonaţilor metalici [1] şi analiza acizilor sulfonici [2, 3].

Sulfonaţii metalici suprabazici pot fi izolaţi din uleiurile lubrifiante printr-un procedeu cromatografic în strat subţire (CSS) sub formă de săruri de amoniu [4].

Obiectul prezentei lucrări este cercetarea compoziţiei unui aditiv sulfonat de calciu suprabazic (1), sintetizat din sulfonaţi de sodiu petrolieri, în comparaţie cu un aditiv comercial de acelaşi tip (2), pentru care nu se cunoaşte tehnologia de fabricaţie. Metodele de investigaţie folosite în acest scop sînt CSS şi analiza spectrală în infraroşu (IR).

Materiale şi aparatură

— Plăci cromatografice, 20 × 20 cm, silicagel G, 0,25 mm
— Plăci cromatografice 20 × 20 cm, PSC 2 mm
— *n*-Heptan p.a.
— Toluen p.a.
— Alcool izopropilic p.a.
— Amoniac soluţie 25 %
— Indicatori : galben de pinacriptol şi acid fosfomolibdenic
— Aparatură pentru CSS
— Lampă cu lumină ultravioletă 254 şi 366 mm
— Spectrofotometru UR_{20}.

Modul de lucru

Întrucît scopul propus în lucrare este de a cunoaşte componenţii principali ai unui aditiv sulfonat de calciu suprabazic, aşa cum rezultă din sinteză, a fost necesară găsirea unei tehnici prin care să se obţină o separare suficient de bună între componenţii probei, posibilităţi de revelare a tuturor componenţilor separaţi şi mijloace de identificare a componenţilor pentru care nu se cunosc revelatori specifici. În acest scop se efectuează o separare calitativă, redată prin fotografierea cromatoplăcilor corespunzătoare şi o separare preparativă, în vederea caracterizării spectrale a zonelor de substanţe separate.

Pentru separarea calitativă, cei doi aditivi (1 şi 2) sulfonaţi de calciu în soluţii de toluen, de concentraţie 5 %, s-au spotulat în cantităţi de 1—6μ/spot pe plăci cu silicagel G, grosimea stratului fiind de 0,25 mm. În toate cazurile s-a folosit tehnica de developare ascendentă în camera cromatografică saturată cu vapori de solvent. Se developează mai întîi cu *n*-heptan pînă la distanţa de 16—17 cm. După uscarea plăcii se repetă developarea cu *n*-heptan, cînd se observă slab pe placă, începînd cu 3μl/spot, la ambii aditivi, prezenţa unor componenţi separaţi la distanţa de 14 cm de strat. Urmează developarea în toluen pînă la 12 cm. După uscarea şi examinarea plăcii sub lumină U.V. la 254 nm, la aditivul 2 se detectează doi componenţi cu fluorescenţă violacee — albastră, situaţi între 10 şi 12 cm. În aceste condiţii nu sînt observaţi componenţi similari în aditivul 1. Se continuă developarea cu sistemul de solvenţi alcool izopropilic amoniac (80 : 20)[4] pînă la distanţa de 7 cm. Sub lumină U.V. la 254 nm, respectiv la 366 nm, se observă prezenţa unor componenţi fluorescenţi în ambii aditivi. Identificarea sulfonaţilor se face cu galben de pinocriptol [4], care dă cu aceştia combinaţii de culoare slab galbenă, dar galbenă pînă la portocaliu sub lumină U.V. Tot cu acest indicator se detectează sub lumină U.V., la 254 nm, componenţii de lîngă front, developaţi iniţial cu *n*-heptan şi care se prezintă sub forma unor pete rotunde de culoare verde închis. Imaginile unor astfel de separări sînt cuprinse în figurile 1 — 9. Din compararea

separărilor redate în figuri, reies diferenţele de compoziţie dintre cei doi aditivi.

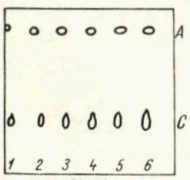


Fig. 1.

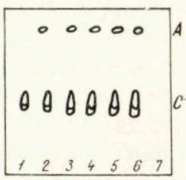


Fig. 2.

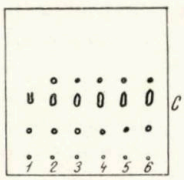


Fig. 3.

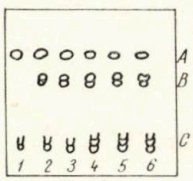


Fig. 4.

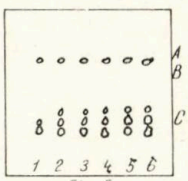


Fig. 5.

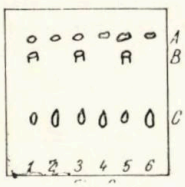


Fig. 6.

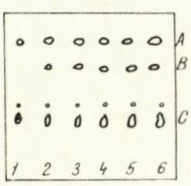


Fig. 7.

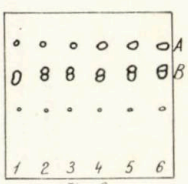


Fig. 8.

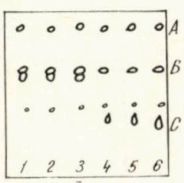


Fig. 9.

Fig. 1 — 9. Separările cromatografice ale celor doi aditivi sulfonaţi de calciu suprabazici.

Din numărul, mărimea şi forma petelor separate se face o apreciere calitativă asupra componenţilor aditivilor analizaţi. Astfel, prin compararea figurii 1 (aditivul 1) cu figura 4 (aditivul 2), se observă la ambii aditivi prezenţa unor componenţi separaţi cu *n*-hepan (*A*) şi revelaţi cu galben de pinocriptol. De asemenea, cu acest indicator se identifică sulfonaţii (*C*) în ambii aditivi, care în aditivul 1 par a fi un produs unitar (fig. 1), iar în aditivul II un amestec de trei sulfonaţi (fig. 4). În privinţa componenţilor intermediari, developaţi cu toluen, numai în aditivul 2 se semnalează prezenţa a doi componenţi (*B*).

O separare mai netă a sulfonaţilor, în special a celui comercial, se realizează pe plăci preparative PSC_{F254}. În acest caz se spotulează pe plăci tot din soluţia de 5 % aditiv în toluen, dar cîte 2, 4, 6, 8, 10 şi 12 μl/spot. În aditivul 1 (fig. 2) se observă la baza spotului alungit de sulfonaţi (*C*) o tendinţă slabă de detaşare a unui singur component. În aditivul 2 (fig. 5) se identifică distinct, cu galben pinacriptol, trei componenţi (*C*), care se deosebesc între ei din punct de vedere constituţional şi cantitativ.

Figura 3 reprezintă aceeaşi separare din figura 2, dar, aşa cum se vede sub lumină UV la 254 nm, înainte de a fi pulverizată cu indicator. În figură se observă slab (dar bine sub U.V.) prezenţa unui component imediat superior sulfonaţilor şi care este în cantitate mică. De asemenea, se observă un component între strat şi sulfonaţi şi cantităţi mici de produse puternic adsorbite pe strat. Sub lumină U.V. apar componenţi similari şi în aditivul 2.

În figura 6, pe plăci cu silicagel *G* sînt separaţi alternativ cu cîte 2, 4, 6 μl/spot aditivul 2 (spoturile 1, 3, 5) şi 1 (spoturile 2, 4, 6). Nici pe această cale, după developare cu toluen, nu sînt detectaţi componenţi (*B*) în aditivul 1.

Detecţia componenţilor (*B*) separaţi cu toluen în aditivul 1 (fig. 7) se realizează prin utilizarea acidului fosfomolibdenic ca indicator. Cu acest indicator se revelează din nou componenţii (*A*), componenţii în cantitate mică imediat superiori sulfonaţilor şi sulfonaţii (*C*). În schimb componenţii de pe strat şi cei imediat superiori detectaţi sub lumină U.V. nu apar la revelare cu acid fosfomolibdenic.

Figura 8 reprezintă separarea aditivului 2 în aceleaşi condiţii ca cele utilizate pentru separarea aditivului 1 (fig. 7). Se observă că în acest caz acidul fosfomolibdenic nu pune în evidenţă prezenţa sulfonaţilor. Este cunoscut că galbenul de pinacriptol dă reacţie specială cu sulfonaţii [4]. Pentru că sulfonaţii 1 reacţionează cu acidul fosfomolibdenic, se poate presupune că aceştia nu sînt puri, conţinînd produşi care reacţionează cu acest indicator. Această presupunere ar putea fi întărită şi de faptul că sulfonaţii 1 se prezintă sub forma unei pete alungite şi nu a unor pete distincte, corespunzătoare compuşilor individuali.

O compoziţie suplimentară între cei doi aditivi este dată în figura 9. Deosebirea esenţială dintre aditivul 2 (spoturile 1, 2, 3) şi aditivul I (spoturile 2, 4, 6) se observă net din compararea componenţilor (*B*) developaţi cu toluen, componenţi care în aditivul 1 sînt abia perceptibili.

În vederea caracterizării spectrale a componenţilor principali (majori) din aditivii cercetaţi, s-au efectuat separări preparative pe silicagel *G*, grosimea stratului 0,50 mm, iar concentraţia de aditiv în toluen de 20%. Pe fiecare placă s-au spotulat în linie cîte 60 de spoturi a 10 μl fiecare. Modul de developare este cel stabilit pentru separarea calitativă. După developarea plăcilor, uscarea lor şi delimitarea sub lumină U.V. a zonelor de substanţe separate, acestea se răzuie de pe plăci şi se pun în coloane mici, de unde substanţele sînt eluate cu alcool etilic absolut în Erlenmeyere de cîte 50 ml. Această operaţie se repetă de 4 — 5 ori, pentru desorbţia cît mai completă a componenţilor probei. Cu toate acestea nu se obţine o extracţie cantitativă. Se crede că nu este vorba de pierderi , ci de o reţinere puternică (de circa

10 %) a unor componenți pe linia de strat. Acești componenți sînt fluorescenți sub lumină U. V. și după pulverizarea plăcii cu acid fosfomolibdenic rămîn pe placă sub forma unor pete albicioase.

Cele trei zone de substanțe din ambii aditivi separate cu *n*-heptan, toluen și sistemul de solvenți alcool izopropilic : amoniac, pentru a fi examinate în IR, au fost diluate cu tetraclorură de carbon, iar fracțiunile au fost examinate la aceleași concentrații, pentru a se putea face compararea lor.

Inițial s-au examinat comparativ spectrele în IR ale celor doi aditivi sulfonați de calciu ca atare (fig. 10). Pentru a atribui benzile grupării

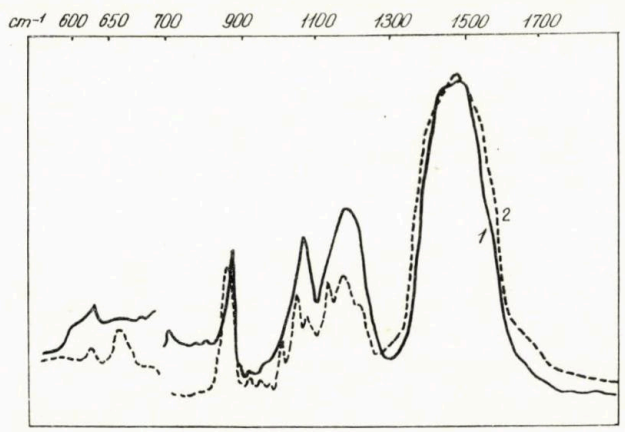


Fig. 10. Spectul IR al sulfonatului de calciu (1) și (2).

sulfonat, s-a folosit drept model metilsulfonatul de bariu și, de asemenea, datele din literatură [5, 6, 7, 8]. Gruparea R(alchil) -SO_3 apare în spectrul IR prin vibrația de întindere asimetrică ($\nu\, a\, s$) (1 220 — 1 175 cm^{-1}), vibrația de întindere simetrică ($\nu\, s$) (1 070 — 1 042 cm^{-1}) și prin vibrația de deformație (695 — 630 cm^{-1}). În cei doi aditivi sulfonați studiați de autori, cele trei benzi apar la următoarele numere de undă : pentru aditivul 1 : 1 190, 1 080, 632 cm^{-1}, iar pentru 2 : 1 180, 1 060, 632 cm^{-1}, ceea ce probează existența unor diferențe de structură între cei doi aditivi, fapt care a impus studierea lor mai aprofundată, prin separarea CSS preparativă în zone de componenți și apoi examinarea acestora în IR. În plus, pentru a verifica atribuțiile făcute, s-a compensat produsul cu un sulfonat de calciu neutru, produs preparat în laborator, ambele substanțe fiind diluate în tetraclorură de carbon în aceeași concentrație. Din spectru au dispărut benzile pentru $\nu\ a_s$, ν_s și $\delta\ SO_3$.

În spectrele celor doi aditivi se observă, pe lîngă benzile atribuite grupării sulfonat, o bandă lată și foarte intensă în regiunea 1 500 cm^{-1} și o bandă ascuțită, de intensitate medie, la 870 cm^{-1}. Aspectul, precum și poziția benzilor, fac posibilă atribuirea lor prezenței unui carbonat de calciu [9]. Această atribuție a fost întărită și de aspectul spectrelor IR ale zonelor de substanțe separate prin CSS. În toate aceste spectre carbonatul de calciu rămîne pe strat. Aceasta explică de altfel și randamentul scăzut al extracției CSS. De asemenea, în spectrele compensate cu sulfonatul neutru aceste benzi s-au intensificat.

Din spectrele componenților separați prin CSS din cei doi aditivi pentru fiecare cele trei zone diferite (fig. 11, 12 și 13), se observă că benzile pentru gruparea sulfonat, la ambii aditivi, nu apar decît în zonele *C*. Astfel se poate spune că primele două zone reprezintă hidrocarburile nesulfonate sau uleiul de diluție. Zonele *A* din cei doi aditivi sînt formate din

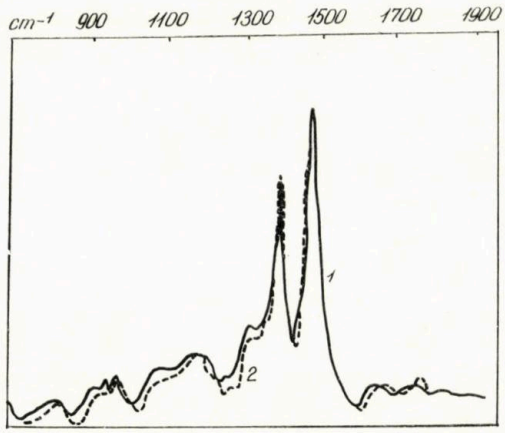


Fig. 11. Spectrul IR al zonei *A* din aditivul (1) și aditivul (2).

partea de hidrocarburi parafino-naftenice din ulei (benzile 1 380 — 1 470 cm^{-1}, vibrații de deformație ale grupelor $-CH_2$, $-CH_3$). Zonele *B* sînt formate din hidrocarburi aromatice

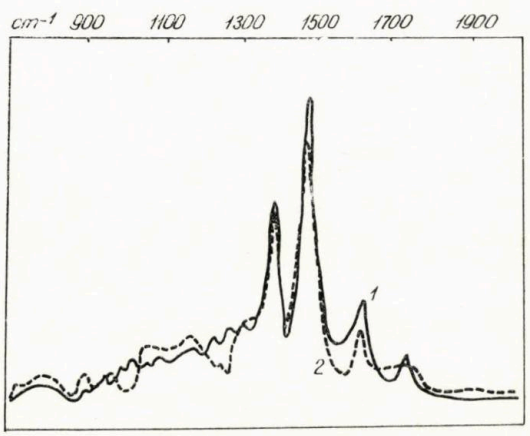


Fig. 12. Spectrul IR al zonei *B* din aditivul (1) și al aditivului (2).

cu catene parafinice voluminoase (benzile 1 380, 1 470 cm^{-1}, vibrație de deformație ale grupelor CH_2 și CH_3 și banda 1 610 cm^{-1}, vibrația de valență C —*C*, în nucleul aromatic). Diferențele însă apar între zonele C. După cum a fost

arătat poziţiile, benzilor caracteristice grupării sulfonat sînt diferite la cei doi aditivi. La aditivul 2 banda pentru νa s (1 240 — 1 160 cm^{-1}) apare ca formată din trei benzi, ceea ce face să se presupună existenţa a trei sulfonaţi cu catene diferite. Acest fapt este confirmat de separarea CSS (fig. 5), în care se vede clar că în aditivul 2 se identifică trei spoturi de sulfonaţi. Unul dintre spoturi ar putea corespunde unui sulfonat alchil, iar cei-

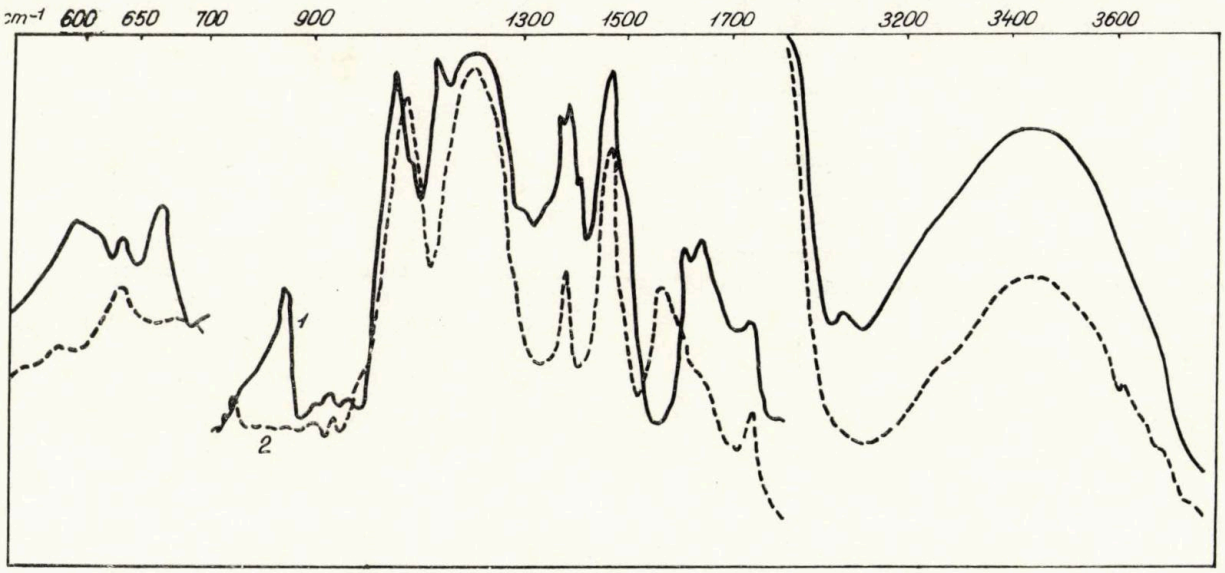


Fig. 13. Spectrul IR al zonei *C* al aditivului (1) şi al aditivului (2).

lalţi doi, unor sulfonaţi alchil-aril, aril, sau unui sulfonat în care grupa sulfonică este legată de catene ce conţin duble legături. În literatură, pentru sulfonaţi aril sau cei cu grupe SO_3, legate de hidrocarburi olefinice, sînt date domeniile 1 220 — 1 170 cm^{-1} pentru $\nu\, a$ s şi 1 064 — 1 030 cm^{-1}, pentru ν s (5, 6, 7, 8). De asemenea, prezenţa unei absorbţii la 3 075 cm^{-1}[5, 10] indică prezenţa unei hidrocarburi aromatice sau olefinice. În regiunea 1 600 cm^{-1} apar două benzi, una la 1 610 cm^{-1}, atribuită vibraţiei de valenţă C—C din nucleul aromatic [5, 10], şi una la 1 640 cm^{-1}, atribuită vibraţiei de valenţă C—C din olefine. Prezenţei aromaticelor, de asemenea, i se mai datoreşte banda 670 cm^{-1} (vibraţia de deformaţie C — H), iar prezenţei olefinelor (R_2—C=CH—R), banda de deformaţie de la 840 cm^{-1}. Scăderea frecvenţei caracteristice legăturii C—H din olefine este datorată efectului grupei SO_3[11]. Prezenţa olefinelor este confirmată şi de banda de la 1 410 cm^{-1}, datorită metilenului activ (în vecinătatea unei duble legături).

Banda despicată de la 1 380 cm^{-1} în spectrul aditivului 2 arată prezenţa unor grupări izopropil şi terţbutil în catenele parafinice. În spectrul sulfonatului 1, banda 1 380 cm^{-1} este nedespicată, deci preponderente sînt hidrocarburile normale, care, însă, nu au lanţuri lungi, întrucît nu apare decît o bandă slabă la 720 cm^{-1} (vibraţia de deformaţie pentru grupa $(CH_2)_n$ $n \geqslant 4$).

În spectrul zonei *C*, separată din aditivul 1, apare o bandă suplimentară la 1 570 cm^{-1}, care poate fi atribuită vibraţiei asimetrice a ionului COO^-, 1 610 — 1 570 cm^{-1}[5,10], iar banda pentru vibraţia simetrică (1 400 — 1 300 cm^{-1}) este acoperită de absorbţia grupelor CH_2 — CH_3.

În literatura de specialitate [11] se arată că unii sulfonaţi industriali pot conţine cantităţi de săruri ale unor acizi organici, iar faptul că la prepararea aditivilor sulfonaţi suprabazici se foloseşte ca promotor acidul acetic întăreşte presupunerea că banda respectivă se datoreşte prezenţei unui carboxilat de calciu.

De asemenea, se pare că au rămas din tratarea prealabilă urme de esteri. În fracţiile de la ambii aditivi se observă o absorbţie la 1 735 cm^{-1} (vibraţie de valenţă C=O).

Banda de absorbţie lată, cuprinsă între 3 300 şi 3 600 cm^{-1}, indică prezenţa unor structuri asociate prin legături de hidrogen, dar prin studiile efectuate pînă acum nu se poate aprecia modul exact în care apar acestea în sulfonaţi.

Concluzii

Aplicarea cromatografiei în strat subţire (CSS) şi a spectrofotometriei de absorbţie în infraroşu (IR) ca mijloc de investigaţie analitică a condus la găsirea unei căi uşoare de analiză a compoziţiei aditivilor sulfonaţi de calciu suprabazici.

Cei doi aditivi de provenienţă diferită (1 şi 2) au fost separaţi calitativ şi preparativ prin CSS în trei zone principale de componenţi. Cu aju-

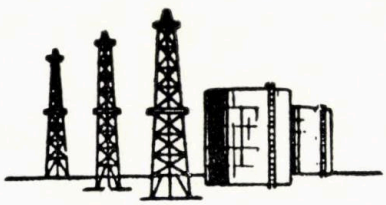
torul spectroscopiei în IR s-a ajuns la concluzia că aceste zone sînt constituite în majoritate, respectiv, din : *A*) hidrocarburi parafinonaftenice ; *B*) hidrocarburi aromatice şi *C*) sulfonaţi.

În afară de cele trei categorii majore de componenţi amintite, pe stratul subţire de absorbent au mai fost detectaţi sub lumină ultravioletă (U.V.) încă trei componenţi, care sînt în cantităţi mici. Analiza IR identifică în fracţiile de aditivi separate prin CSS prezenţa unor benzi caracteristice unor grupări carboxilice, a carbonatului de calciu şi a unor esteri.

Stabilirea prezenţei carbonatului de calciu neutru în produşii rămaşi pe strat după eluţia cu solvenţi duce la presupunerea existenţei sulfonaţilor suprabazici sub forma unor dispersii coloidale, ipoteză întîlnită de altfel în literatura de specialitate.

BIBLIOGRAFIE

1. Kuliev, A. M., Sadykhov, K. I. şi Sharifov, R.R. În : CA, **71**, nr. 18, 83 259 f, 1969; În : Gazokondensaty Nefti, Mater. Svedneaziat, Nauk Sovesch Neftekhim. Kihm. Pererab. Uglevodorodov 2 nd 1967 (Publ. 1968) 314 — 19. Editat de Sergienko, S. R. „Izd. Ylym. Akad. Nauk Turkin SSR Ashkhabad, U.R.S.S.
2. Sereda, Ya. I. În : CA, **71**, nr. 18, 83 269 j; În : Neftepererab. Neftekhim, nr. 3. 1969, p. 320.
3. Sereda, Ya. I. şi Makitra, R. G. În : CA, **71**, nr. 18, 83 268 h; În : Neftepererab. Neftekhim. nr. 3, 1969, p. 325.
4. Killer, F. C. A. şi Amos, R. În : J. Inst. Petrol, **52**, nr. 515, 1966, p. 315.
5. Bellamy, L. J. În : The Infrared Spectra of Complex Molecules, Londra, Mathaen Co, 1959.
6. Povefsky, K. J. În : Anal. Chem. **23**, 1951, p. 1 611.
7. Sheppard, N. În : Trans. Faraday Soc., **51**, 1955, p. 1 465.
8. Scott, D. W. În : J. Amer. Chem. Soc. **80**, 1958, p. 3 557.
9. Miller, F. A. În : Anal. Chem., **24**, nr. 8, 1952, 1 253.
10. Avram, M. În : Spectroscopia în infraroşu. Aplicaţii în chimia organică. Ed. tehnică, Bucureşti, 1966.
11. Hummel, D. În : Infrared Spectroscopy of Surface Active Agents. Intersience Publishers, New York, 1960.



Bilanţul exergetic al unei instalaţii de distilare atmosferică

Ing. D. Dobrinescu

Prin exergie se defineşte, în general, acea parte a unei energii care poate fi transformată într-o altă formă de energie. Exergia este deci o energie transformabilă. Energia netransformabilă sau diferenţa dintre o energie şi exergia corespunzătoare acesteia poartă numele de anergie. În mod practic, aşa cum se va vedea în cele ce urmează, exergia se poate considera ca fiind acea parte a unei energii care poate fi transformată în lucru mecanic.

Dacă la trecerea unui flux de fluid printr-un aparat oarecare fluidul suferă o transformare din starea 1 în starea 2, în cursul transformării el primind căldura q_{12} şi efectuînd lucrul mecanic tehnic l_{t12} (cazul general), conform primului principiu al termodinamicii, se poate scrie următorul bilanţ energetic [2, 3]:

$$q_{12}-l_{t_{12}}=i_2-i_1+\frac{w_2^2-w_1^2}{2}+g\,(h_2-h_1). \quad (1)$$

În acest bilanţ s-au utilizat mărimi specifice şi s-a admis că fluidul nu suferă reacţii chimice.

După cum se ştie, în conformitate cu cel de-al doilea principiu al termodinamicii, căldura primită de un fluid nu poate fi transformată integral în lucru mecanic. De asemenea, în general, variaţia entalpiei Δi nu este identică cu un lucru mecanic (excepţie face numai transformarea adiabatică reversibilă, în care variaţiile energiei cinetice şi energiei potenţiale sînt nule). Din variaţiile energiei cinetice $\Delta w^2/_2$ şi energiei potenţiale $g\Delta h$, se pot obţine teoretic lucrurile mecanice echivalente.

Cu aceste observaţii, admiţînd că transformarea 1—2 este reversibilă, se poate scrie următorul bilanţ exergetic, prin înlocuirea în relaţia (1) a tuturor energiilor cu exergiile corespunzătoare [2, 3]:

$$e_{q_{12}}-l_{t_{12}}=e_2-e_1+\frac{w_2^2-w_1^2}{2}+g\,(h_2-h_1). \quad (2)$$

În această relaţie $e_{q_{12}}$ este exergia corespunzătoare căldurii q_{12}, iar Δe variaţia de exergie corespunzătoare variaţiei de entalpie Δi. Aceste exergii sînt mai mici decît energiile corespunzătoare şi au sensul unor lucruri mecanice.

Lucrul mecanic maxim ce poate fi obţinut din căldura q_{12} corespunde cazului în care motorul termic necesar ar lucra cu mediul ambiant (atmosfera cu temperatura T_0 şi presiunea p_0) drept sursă rece.

Exergia căldurii q_{12} se exprimă prin relaţia corespunzătoare [1, 6]:

$$e_{q_{12}}=q_{12}-T_0(s_2-s_1). \quad (3)$$

Paranteza din această relaţie conţine variaţia entropiei cauzată numai de schimbul de căldură.

Scăzînd termenii relaţiei (2) din termenii relaţiei (1) şi avînd în vedere relaţia (3), se obţin:

$$q_{12}-e_{q_{12}}=\Delta i-\Delta e$$
$$e_2-e_1=i_2-i_1-T_0\,(s_2-s_1) \quad (4)$$

Relaţia (4) exprimă variaţia exergiei fluxului de fluid în transformarea 1—2 dată. Dacă starea iniţială se ia identică cu starea mediului ambiant, iar pentru starea finală oarecare nu se utilizează indice, rezultă [2,5]:

$$e=i-i_0-T_0\,(s-s_0) \quad (5)$$

(exergia fluidului la starea mediului ambiant este nulă). Mărimea e reprezintă exergia fizică specifică a unui flux de fluid într-o stare oarecare şi este ca sens lucrul mecanic care poate fi obţinut cu acel fluid, prin procese reversibile efectuate între starea sa iniţială şi starea de echilibru cu mediul ambiant, în care se schimbă căldură izotermic numai cu mediul ambiant, variaţiile energiilor cinetică, potenţială şi chimică fiind nule.

Dacă transformarea 1—2 admisă iniţial este ireversibilă, apărînd de exemplu şi pierderi prin frecare, ecuaţia bilanţului exergetic trebuie completată şi cu un termen care reprezintă exergia pierdută prin frecare [2, 3]:

$$e_{q_{12}}-l_{t_{12}}=e_2-e_1+\frac{w_2^2-w_1^2}{2}+g(h_2-h_1)+e_{pf} \quad (6)$$

(pot exista pierderi de exergie şi prin alte procese ireversibile, ca arderea, difuzia etc.).

Exergia specifică pierdută prin frecare se exprimă prin relaţia [2, 3]:

$$e_{pf}=T_0\,(s_2-s_1)_f \quad (7)$$

care nu redă altceva decît anergia căldurii dezvoltate prin frecare şi în care paranteza reprezintă variaţia entropiei cauzată numai de frecare.

Relaţiile prezentate (3), (5) şi (7) pot fi adaptate şi utilizate pentru calcularea exergiilor căldurilor schimbate, a exergiilor fizice ale fracţiunilor petroliere în diverse stări [4] şi respectiv, a exergiilor pierdute prin frecare în diferitele elemente ale unei instalaţii tehnologice. Astfel, ecuaţia de bilanţ exergetic (6)

poate fi aplicată atît la diversele aparate ale unei instalații, cît și pe ansamblul întregii instalații.

1. Bilanțul exergetic al instalației

Acest bilanț exergetic este primul bilanț de acest fel efectuat pe o instalație tehnologică din industria de prelucrare a țițeiului și se referă la o instalație clasică de distilare atmosferică. Schema de principiu a acestei instalații este prezentată în figura 1.

În tabela 1 sînt redați principalii parametri tehnologici cu care este operată instalația, și anume temperaturile, presiunile și debitele diverselor fluxuri, în toate punctele caracteristice ale instalației. În afara acestor valori,

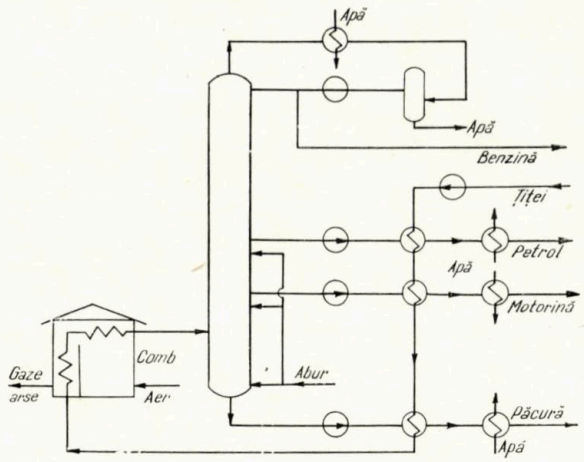


Fig. 1. Schema tehnologică de principiu a instalației.

TABELA 1

Principalii parametri tehnologici ai instalației

Fluidul	Temperatură, ° K	Presiune, bar	Debit, kg/s
Țiței la intrarea în instalație	298	1,2	34,75
Țiței la ieșirea din pompă	298	18,6	34,75
Țiței la ieșirea din schimbătorul cu petrol	326	16,8	34,75
Țiței la ieșirea din schimbătorul cu motorină	349	15,1	34,75
Țiței la intrarea în cuptor	422	12,2	34,75
Țiței parțial vaporizat la ieșirea din cuptor	580	1,6	34,75
Păcură la ieșirea din coloană	567	1,45	15,23
Păcură la ieșirea din pompă	563	4,4	15,23
Păcură la ieșirea din schimbătorul cu țiței	401	3,4	15,23
Păcură la ieșirea din răcitor	341	2,2	15,23
Motorină la ieșirea din coloană	539	1,35	4,45
Motorină la ieșirea din pompă	536	3,2	4,45
Motorină la ieșirea din schimbătorul cu țiței	372	2,4	4,45
Motorină la ieșirea din răcitor	328	1,8	4,45
Petrol la ieșirea din coloană	483	1,3	6,09
Petrol la ieșirea din pompă	480	3,3	6,09
Petrol la ieșirea din schimbătorul cu țiței	340	2,5	6,09
Petrol la ieșirea din răcitor	315	1,9	6,09
Benzină vapori și abur la ieșirea din coloană	417	1,2	24,18+0,389
Benzină și apă în separator	307	1,05	24,18+0,389
Benzină la ieșirea din pompă	307	3,6	24,18
Benzină reflux la intrarea în coloană	307	1,5	15,2
Benzină la ieșirea din instalație	307	1,7	8,98
Abur la intrarea în instalație	575	1,8	0,389

toate utile în calcul, mai sînt necesari şi cunoscuţi şi următorii parametri :

— densitatea relativă a ţiţeiului $\rho_{15}^{15} = 0{,}858$;
— densitatea relativă a benzinei $\rho_{15}^{15} = 0{,}754$;
— densitatea relativă a petrolului $\rho_{15}^{15} = 0{,}842$;
— densitatea relativă a motorinei $\rho_{15}^{15} = 0{,}861$;
— densitatea relativă a păcurii $\rho_{15}^{15} = 0{,}943$;
— temperatura atmosferică $T_0 = 292$ K ;
— presiunea atmosferică $p_0 = 1{,}013$ bar ;
— fracţia masică a vaporizatului la ieşirea din cuptor 0,549 ;
— densitatea relativă a vaporizatului la ieşirea din cuptor $\rho_{15}^{15} = 0{,}799$;
— viteza amestecului lichid-vapori la ieşirea din cuptor 89 m/s.

De asemenea, sînt cunoscute şi curbele de distilare ale ţiţeiului şi ale produselor rezultate din coloana de fracţionare.

Pornind de la aceste date cunoscute, au fost efectuate bilanţuri exergetice pentru toate aparatele de pe circuitele de ţiţei, păcură, motorină, petrol şi benzină, un bilanţ exergetic pentru coloana de fracţionare şi un bilanţ exergetic global al instalaţiei. Nu s-au încheiat astfel de bilanţuri pentru circuitele de gaze arse şi apă de răcire, pentru că acestea prezintă un interes mai mic. În bilanţurile exergetice efectuate au fost neglijate exergiile cinetice şi potenţiale, cu excepţia exergiei cinetice a amestecului lichid-vapori la ieşirea din cuptor, care are o valoare însemnată.

Calculele efectuate pentru încheierea acestor bilanţuri exergetice au un volum foarte mare şi nu pot fi prezentate în cadrul acestui articol. Se redau însă aici, tabelar, toate rezultatele principale obţinute prin calcul.

Astfel, în tabelele 2, 3,4, 5 şi 6, sînt prezentate sistematic bilanţurile exergetice pe circuitele de ţiţei, păcură, motorină, petrol şi, respectiv, benzină. Aceste tabele conţin, pentru circuitele corespunzătoare, toate aporturile de exergie (lucrurile mecanice de pompare şi exergiile căldurilor primite prin schimb de căldură), toate valorile exergiilor fizice ale fluxurilor respective în diversele puncte caracteristice ale instalaţiei şi toate pierderile de exergie (prin frecare în diversele aparate, prin

TABELA 2

Bilanţul exergetic al circuitului de ţiţei

Aport de exergie		Exergia ţiţeiului		Pierdere de exergie	
Proveniența	kW	locul	kW	felul pierderii	kW
—	—	Intrarea în instalaţie	5,49	—	—
Lucrul mecanic de pompare	88,80	—	—	Prin frecare în pompă	17,40
—	—	Intr. în sch. de căld. cu petrol	76,89	—	—
Prin căldura primită de la petrol	123,28	—	—	Prin pierderile de căld. către mediul ambiant	3,01
—	—	—	—	Prin frec. în schimbătorul de căld. cu petrol	6,96
—	—	Intr. în schimbătorul de căldură cu motorină	190,20	—	—
Prin căldura primită de la motorină	240,18	—	—	Prin pierd. de căld. către mediul ambiant	15,66
—	—	—	—	Prin frec. în schimb. de căldură cu motorină	6,22
—	—	Intr. în schimb. căld. cu păcură	408,50	—	—
Prin căldura primită de la păcură	1427,90	—	—	Prin pierd. de căld. către mediul ambiant.	56,40
—	—	—	—	Prin frecare în schimb. de căld. cu păcură	10,00
—	—	Intrarea în cuptor	1770,00	—	—
Prin căldura primită de la gazele arse	8527,52	—	—	Prin pierd. căld. către mediul ambiant	7,92
—	—	—	—	Prin frec. în serpentinele cuptorului	662,00
—	—	Ieşirea din cuptor	9627,60	—	—

TABELA 3

Bilanţul exergetic al circuitului de păcură

Aport de exergie		Exergia păcurei		Pierdere de exergie	
provenienţa	kW	locul	kW	felul pierderii	kW
—	—	Ieşirea din coloană	2 979,59	—	—
Lucrul mecanic de pompare	7,37	—	—	Prin pierderile de căld. către mediul ambiant	81,20
—	—	—	—	Prin frecare în pompă	0,76
—	—	Intr. în schimbătorul de căldură cu ţiţei	2 905,00	—	—
—	—	—	—	Prin căldura cedată ţiţeiului	2 307,99
—	—	—	—	Prin pierderile de căld. către mediul ambiant	73,85
—	—	—	—	Prin frecări în schimb. de căldură cu ţiţei	1,16
—	—	Intr. în răcitor	522,00	—	—
—	—	—	—	Prin căldura cedată în răcitor	409,77
—	—	—	—	Prin frecare în răcitor	1,63
—	—	Ieşire din instalaţie	110,60	—	—

TABELA 4

Bilanţul exergetic al circuitului de motorină

Aport de exergie		Exergia motorinei		Pierdere de exergie	
provenienţa	kW	locul	kW	felul pierderii	kW
—	—	Ieşirea din coloană	743,62	—	—
Lucrul mecanic de pompare	1,50	—	—	Prin pierdere de căldură către mediul ambiant	16,96
—	—	—	—	Prin frecare în pompă	0,16
—	—	Intrare în schimbătorul de căldură cu ţiţei	728,00	—	—
—	—	—	—	Prin căldura cedată ţiţeiului	624,98
—	—	—	—	Prin pierdere de căldură către mediul ambiant	15,70
—	—	—	—	Prin frecare în schimbătorul de căldură cu ţiţei	0,32
—	—	Intrare în răcitor	87,00	—	—
—	—	—	—	Prin căldura cedată în răcitor	68,29
—	—	—	—	Prin frecare în răcitor	0,27
—	—	Ieşire din instalaţie	18,44	—	—

TABELA 5

Bilanțul exergetic al circuitului de petrol

Aport de exergie		Exergia petrolului		Pierdere de exergie	
proveniența	kW	locul	kW	felul pierderii	kW
—	—	Ieșirea din coloană	631,84	—	—
Lucrul mecanic de pompare	2,15	—	—	Prin pierdere de căldură către mediul ambiant	18,73
—	—	—	—	Prin frecare în pompă	0,26
—	—	Intrare în schimbătorul de căldură cu țiței	615,00	—	—
—	—	—	—	Prin căldura cedată țițeiului	557,03
—	—	—	—	Prin pierdere de căldură către mediul ambiant	12,30
—	—	—	—	Prin frecare în schimbătorul de căldură cu țiței	0,47
—	—	Intrare în răcitor	45,20	—	—
—	—	—	—	Prin căldura cedată în răcitor	33,67
—	—	—	—	Prin frecare în răcitor	0,40
—	—	Ieșire din instalație	11,13	—	—

TABELA 6

Bilanțul exergetic al circuitului de benzină

Aport de exergie		Exergia benzinei		Pierdere de exergie	
proveniența	kW	locul	kW	felul pierderii	kW
—	—	Vapori de benzină la ieșirea din coloană	2 934,00	—	—
—	—	Vapori de apă la ieșirea din coloană	100,00	—	—
—	—	—	—	Prin căldura cedată în condensator-răcitor	2 977,34
—	—	—	—	Prin frecare în condensator-răcitor	37,73
—	—	Benzină la separator	18,25	—	—
—	—	Apă la separator	0,68	—	—
Lucrul mecanic de pompare a benzinei	10,40	—	—	Prin frecare în pompă	2,00
—	—	Benzină ieșire pompă	26,65	—	—
—	—	—	—	Prin pierderile de presiune conductă reflux	4,15
—	—	Benzină reflux intrare coloană	12,60	—	—
—	—	—	—	Prin pierderile de presiune conductă produs	2,20
—	—	Benzină produs ieșire instalație	7,70	—	—

căldura cedată altui flux din instalație și prin căldura pierdută către mediul ambiant). Din punctul de vedere al pierderilor de căldură și presiune, conductele de legătură au fost înglobate la aparatele corespunzătoare. În tabelele discutate nu apar pierderile de exergie cauzate de ireversibilitatea transferului de căldură, la diferență finită de temperatură, care are loc în diversele aparate de schimb de căldură. Aceste pierderi, care sînt exterioare sistemelor constituite de cele două fluide care schimbă căldură, sînt egale cu diferența dintre exergia căldurii cedate de fluidul cald și exergia căldurii primite de fluidul rece, în schimbătorul respectiv.

Deoarece coloana de fracționare aparține unei complexități de fluxuri de fluide, ea nu a putut fi înglobată în nici unul dintre circuitele anterioare. Pentru aceasta s-a întocmit un bilanț exergetic separat care este redat în tabela 7. Calculîndu-se exergiile intrate în coloană și exergile ieșite din coloană și făcîndu-se diferența lor, a rezultat valoarea pierderilor de exergie din interiorul coloanei. Acestea au o valoare mare și sînt cauzate de ireversibilitatea fenomenelor de frecare, transfer de masă și transfer de căldură, care au loc în interiorul coloanei de fracționare.

În tabela 8 este prezentat bilanțul exergetic global al instalației analizate, care constituie o sinteză a tuturor bilanțurilor anterioare. Apar aici, la intrări, exergiile fizice ale țițeiului și ale aburului de stripare, exergia căldurii primite de țiței în cuptor de la gazele arse și exergia echivalentă lucrului mecanic de pompare consumat global. La ieșiri sînt redate exergiile fizice ale celor patru produse rezultate din instalație, exergia fizică a apei provenite din aburul de stripare, exergia căldurii pierdute către mediul ambiant, direct sau prin intermediul apei de răcire, și pierderea globală de exergie corespunzătoare tuturor fenomenelor ireversibile care au loc în interiorul instalației (frecare, transfer de căldură și transfer de masă).

În cele ce urmează, se vor discuta rezultatele obținute prin bilanțurile exergetice efectuate.

TABELA 7

Bilanțul exergetic al coloanei de fracționare

	Intrări de exergie în coloană	
1	Exergia fizică a țițeiului (amestec de lichid și vapori)	9 490,00 kW
2	Exergia corespunzătoare energiei cinetice a țițeiului	137,60 kW
3	Exergia fizică a aburului de stripare (global)	296,00 kW
4	Exergia fizică a benzinei introduse ca reflux rece	12,60 kW
	Total	9 936,20 kW
	Ieșiri de exergie din coloană	
1	Exergia fizică a păcurei	2 979,59 kW
2	Exergia fizică a motorinei	743,62 kW
3	Exergia fizică a petrolului	631,84 kW
4	Exergia fizică a vaporilor de benzină (presiune parțială 1,093 bar)	2 934,00 kW
5	Exergia fizică a aburului de stripare (presiune parțială 0,107 bar)	100,00 kW
6	Exergia pierdută prin căldura cedată de coloană mediului ambiant	103,50 kW
7	Exergia pierdută prin frecare, transfer de masă și transfer de căldură în interiorul coloanei	2443,65 kW
	Total	9 936,20 kW

TABELA 8

Bilanț exergetic global al instalației

	Intrări de exergie în instalație	
1	Exergia fizică a țițeiului la intrarea în instalație	5,49 kW
2	Exergia fizică a aburului de stripare la intrarea în instalație	296,00 kW
3	Aportul de exergie prin căldura primită în cuptor de la gazele arse	8 527,52 kW
4	Aportul de exergie prin lucrul mecanic de pompare (global)	110,22 kW
	Total	8 939,23 kW
	Ieșiri de exergie din instalație	
1	Exergia fizică a benzinei evacuate din instalație	7,70 kW
2	Exergia fizică a petrolului evacuat din instalație	11,13 kW
3	Exergia fizică a motorinei evacuate din instalație	18,44 kW
4	Exergia fizică a păcurei evacuate din instalație	110,60 kW
5	Exergia fizică a apei provenite din aburul de stripare	0,68 kW
6	Exergia pierdută prin cedare de căldură către apa de răcire și mediul ambiant	3 894,30 kW
7	Exergia pierdută prin frecare, transfer masă și transfer căldură în interiorul instalației	4 896,38 kW
	Total	8 939,23 kW

2. Interpretarea rezultatelor

Pentru aprecierea funcționării instalației din punctul de vedere exergetic și pentru compararea performanțelor instalației analizate cu alte instalații din aceeași clasă, pot fi utilizați diverși indici exergetici și consumuri specifice de exergie. Aceste valori se calculează pe baza termenilor din diversele bilanțuri exergetice efectuate.

În cele ce urmează, se definesc principalii indici exergetici și se prezintă valorile acestora și ale consumurilor specifice de exergie pentru instalația analizată.

Indicele exergetic al unei pompe se definește prin raportul între exergia lichidului la evacuare și suma dintre exergia lichidului la tragere și lucrul mecanic consumat de pompă:

$$\varphi_{ex} = \frac{E_2}{E_1 + L} = 1 - \frac{E_{cp} + E_{pf}}{E_1 + L}. \qquad (8)$$

E_{cp} reprezintă exergia căldurii pierdute către mediul ambiant, iar E_{pf} exergia pierdută prin frecare.

Aplicînd această relație, se obțin pentru pompele instalației analizate următoarele valori:

- pompa de țiței $\varphi_{ex} = 0{,}815$
- pompa de păcură $\varphi_{ex} = 0{,}973$
- pompa de motorină $\varphi_{ex} = 0{,}977$
- pompa de petrol $\varphi_{ex} = 0{,}971$
- pompa de benzină $\varphi_{ex} = 0{,}931$

În cazul schimbătoarelor de căldură se definesc doi indici exergetici, unul corespunzător fluidului cald (raportul dintre exergia căldurii cedate de fluidul cald către fluidul rece și variația exergiei fluidului cald):

$$\varphi_{ex,c} = \frac{E_{Qc}}{\Delta E_c} = 1 - \frac{E_{cp} + E_{pf}}{\Delta E_c} \qquad (9)$$

și unul corespunzător fluidului rece (raportul dintre variația exergiei fluidului rece și exergia căldurii primite de acesta):

$$\varphi_{ex,r} = \frac{\Delta E_r}{E_{Qr}} = 1 - \frac{E_{cp} + E_{pf}}{E_{Qr}}. \qquad (10)$$

Tot în cazul schimbătoarelor se poate utiliza și randamentul exergetic, definit prin raportul dintre variația exergiei fluidului rece și variația exergiei fluidului cald:

$$\eta_{ex} = \frac{\Delta E_r}{\Delta E_c} \qquad (11)$$

În toate aceste relații se lucrează numai cu valori absolute.

Pentru cele trei schimbătoare de căldură de pe circuitul țițeiului se obțin următoarele valori ale indicilor și ale randamentului:

- schimbătorul petrol-țiței $\varphi_{ex,c} = 0{,}978$; $\varphi_{ex,r} = 0{,}919$; $\eta_{ex} = 0{,}199$
- schimbătorul-motorină-țiței $\varphi_{ex,c} = 0{,}976$; $\varphi_{ex,r} = 0{,}909$; $\eta_{ex} = 0{,}341$
- schimbătorul păcură-țiței $\varphi_{ex,c} = 0{,}968$; $\varphi_{ex,r} = 0{,}954$; $\eta_{ex} = 0{,}571$

Indicele exergetic al fluxului de țiței în cuptor, definit prin raportul dintre variația exergiei țițeiului în serpentina cuptorului și exergia căldurii primite de la gazele arse

$$\varphi_{ex} = \frac{\Delta E}{E_Q} = 1 - \frac{E_{cp} + E_{pf}}{E_Q} \qquad (12)$$

are valoarea numerică 0,923.

Pentru coloana de fracționare indicele exergetic se definește ca raport între suma exergiilor fluxurilor evacuate și suma exergiilor fluxurilor intrate în coloană:

$$\varphi_{ex} = \frac{\Sigma E_e}{\Sigma E_i} = 1 - \frac{E_{cp} + E_{pi}}{\Sigma E_i}. \qquad (13)$$

E_{pi} reprezintă exergia pierdută prin ireversibilitatea fenomenelor care au loc în interiorul coloanei.

În cazul coloanei instalației analizate se obține $\varphi_{ex} = 0{,}744$.

Pentru întreaga instalație sînt interesante valorile consumurilor specifice de exergie. Consumul specific de exergie corespunzător aburului de stripare utilizat se definește prin raportul dintre exergia aburului consumat și debitul masic de țiței:

$$c_{ex,a} = \frac{E_a}{m} \qquad (14)$$

Consumul specific de exergie corespunzător lucrului mecanic de pompare utilizat se definește prin raportul dintre lucrul mecanic global consumat și debitul masic de țiței:

$$c_{ex,l} = \frac{L}{m} \qquad (15)$$

Consumul specific de exergie corespunzător căldurii primite în cuptor se definește prin ra-

portul dintre exergia căldurii primite de ţiţei în cuptor şi debitul masic de ţiţei :

$$c_{vx,c} = \frac{E_Q}{m} \qquad (16)$$

Calculîndu-se, pentru instalaţia analizată, consumurile specifice de exergie, se obţin următoarele valori :

$$\begin{aligned} c_{ex,a} &= 2{,}37 \text{ kWh/t} \\ c_{ex,l} &= 0{,}88 \text{ kWh/t} \\ c_{ex,c} &= 68{,}25 \text{ kWh/t} \\ \text{Total} &: 71{,}50 \text{ kWh/t} \end{aligned}$$

În cele anterioare, s-au definit şi s-au calculat cei mai importanţi indici exergetici şi consumuri specifice de exergie, pentru instalaţia analizată.

Dacă s-ar fi efectuat şi bilanţul exergetic pe circuitul de gaze arse din cuptor, se putea stabili şi randamentul exergetic al cuptorului.

Indicii exergetici sînt calitativ superiori indicilor energetici, pentru că ei înglobează toate pierderile cauzate de diversele fenomene ireversibile care au loc în instalaţie : pierderi de căldură către mediul ambiant, pierderi prin schimb de căldură la diferenţe finite de temperatură, pierderi prin frecare şi pierderi prin transfer de masă (în bilanţul exergetic al circuitului combustibil-gaze arse ar intra şi pierderile cauzate de ireversibilitatea procesului de ardere).

Deoarece în această lucrare s-a efectuat pentru prima oară un bilanţ exergetic al unei instalaţii de prelucrare a ţiţeiului, nu pot fi apreciate performanţele relative ale instalaţiei analizate, prin compararea valorilor indicilor exergetici şi consumurilor specifice de exergie obţinute, cu valorile corespunzătoare ale altei instalaţii tehnologice. În schimb, pot fi indicate unele măsuri care ar putea conduce la majorarea valorilor indicilor exergetici şi la reducerea consumurilor specifice de exergie : îmbunătăţirea izolaţiei termice, pentru reducerea pierderilor de căldură către mediul ambiant ; reducerea pierderilor de presiune de pe conducte şi din diversele aparate ale instalaţiei ; adîncirea transferului de căldură în schimbătoare, pentru a se reduce diferenţele medii de temperatură, căldura pierdută în răcitoare şi consumul de căldură în cuptor ; reducerea, în măsura posibilităţilor, a debitului refluxului rece şi a debitului aburului de stripare etc.

Analizele exergetice, efectuate în prezent în foarte multe instalaţii industriale [7, 8], şi nu numai energetice, se pot extinde în viitor şi la instalaţiile tehnologice din industria de prelucrare şi chimizare a petrolului şi gazelor.

BIBLIOGRAFIE

1. Dinculescu, C., Dănilă, N. şi Pimsner, V. : Analiza termodinamică a schemelor centralelor electrice ; Bucureşti, Ed. Academiei R.S.R., 1967.
2. Dobrinescu, D. În : Petrol şi Gaze, **20**, nr. 9, 1969, p. 686.
3. Dobrinescu, D. : Analiza exergetică a pompelor şi compresoarelor. În : Buletinul I.P.G.G., **17**, partea 3-a, 1970.
4. Dobrinescu, D. : Exergia fizică a fracţiunilor petroliere ; sub tipar la Revista Petrol şi Gaze.
5. Nerescu, I. şi Radcenco, V. : Analiza exergetică a proceselor termice ; Bucureşti, Ed. Tehnică, 1970.
6. Radu – Cernea, A. : Utilizarea calculelor exergetice în studiul proceselor termodinamice caracteristice instalaţiilor termomecanice. În : Buletinul I.S.P.E., X, nr. 1, 1967, p. 5 – 83.
7. Szargut, J. şi Petela, R. Egzergia Warszawa, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 1965.
8. *** : Aplicaţiile practice ale exergiei în procesele de transformare energetice. Bucureşti, I.D.T., 1963.

Masele elementelor sistemului de manevră acţionat electric

Dr. ing. P. C. Ţepeluş

În prezenta lucrare se expun formulele pentru calculul maselor elementelor în mişcare ale sistemului de manevră acţionat electric. La elaborarea acestor formule s-au folosit metoda analitică expusă în lucrările [1,7] şi datele statistice rezultate din calculele efectuate după proiectele de execuţie ale instalaţiilor de foraj. În cercetările efectuate s-a acordat prioritate noilor instalaţii de foraj din seria *F* realizate în ţară [2], deoarece gabaritele lor sînt apropiate de acelea ale instalaţiilor de foraj realizate de firmele americane şi din alte ţări, executate conform normelor API.

Posibilitatea de determinare prin formule a maselor elementelor şi a ponderii lor în masa totală a sistemului de manevră acţionat electric permite, totodată, efectuarea unor studii de sinteză pentru toate tipodimensiunile sistemelor de manevră privind performanţele lor tehnice şi de exploatare, precum şi măsurile pentru îmbunătăţirea lor în viitor. Astfel, cunoaşterea maselor lor va permite determinarea tehnico-economică a constantei regimului dinamic, *c* a parametrilor cinematicii, a dinamicii şi a puterii de alegere a motorului de acţionare a sistemului de manevră, probleme expuse în lucrările [1,3].

Formulele redate în continuare sînt utile în activităţile de proiectare şi de cercetare privind studiul dinamicii şi al performanţelor sistemului de reglare automată al instalaţiei la calculatoare electronice, fie că sistemul de manevră se consideră un sistem mecanic rigid, fie un sistem electromecanic elastic cu mai multe mase.

În literatura de specialitate nu au fost identificate asemenea formule, ci numai calculul maselor sau al momentelor de inerţie masice numai pentru un număr redus de tipodimensiuni de instalaţii de foraj.

Considerente generale şi formule utilizate

1. Formulele prezentate ţin seama de diferite specificuri constructive şi de exploatare ale sistemului de manevră, dintre care se menţionează : înfăşurarea în valuri a cablului pe toba de manevră, variaţia sarcinilor (Q_x) la cîrlig în funcţie de adîncimea de foraj şi altele. Tobele de manevră s-au considerat prevăzute cu caneluri, aşa cum, de regulă, vor fi livrate instalaţiile executate de uzina „1 Mai" — Ploieşti.

2. Într-o perioadă istorică dată sînt folosite: aceeaşi metodă de proiectare şi aceeaşi tehnologie pentru execuţia elementelor unei instalaţii, iar dimensiunile lor de bază se supun unei legităţi preconizate, de exemplu normele ISO, API etc. Ca urmare relaţiile de legătură dintre indicatorii naturali principali ai instalaţiilor respective (greutatea redusă, masa redusă, momentul nominal al motorului electric etc.) se vor conforma şi ele unor legităţi corespunzătoare. În prezenta lucrare au fost elaborate asemenea relaţii analitico-statistice pe baza datelor statistice obţinute în urma consultării proiectelor de execuţie [2] ale noilor instalaţii de foraj autohtone şi din alte ţări.

În prezent pentru sistemele de manevră se folosesc diferite sisteme de transmisii, ponderea masei lanţului de transmisie în masa totală a elementelor sistemului de manevră fiind foarte mică. Totodată, formulele pentru calculul maselor diverselor tipuri de transmisie sînt cunoscute. Avînd în vedere cele arătate, în lucrare nu s-au prezentat formule pentru determinarea maselor transmisiilor, urmînd ca în funcţie de tipul de transmisie adoptat să se facă calculele necesare.

3. Masa tuturor elementelor în mişcare în regim de manevră ale sistemului de manevră se determină din relaţia cunoscută :

$$m = m_{rot} + m_{tr} = \frac{1}{g}(G_{tr}+G_{rot})\,;\ \mathrm{t\cdot s^2/m} \qquad (1)$$

în care :

m_{tr} şi G_{tr} reprezintă masa şi, respectiv, greutatea elementelor în mişcarea de translaţie reduse la un diametru dat ;

m_{rot} şi G_{rot} — masa şi, respectiv, greutatea elementelor în mişcarea de rotaţie reduse la un nou diametru şi axa de rotaţie dată.

Avînd în vedere egalitatea energiei cinetice a elementelor în punctele de reducere, masa redusă la un diametru dat se calculează după formula :

$$m_r = \frac{G_r}{g} = \frac{J_r}{D_r^2} = \frac{4J_i}{D_r^2 i^2} = \frac{GD_i^2}{gD_r^2 i^2}\,;\ J_R = \frac{J_i}{i^2}, \qquad (2)$$

în care :

G și G_r sînt greutatea reală a elementului și, respectiv, cea redusă (la un nou diametru) ;

J_i și J_r — momentul de inerție masic al elementului și, respectiv, cel redus la o altă axă de rotație ;

D_i și D_r — diametrul de inerție și, respectiv, acela la care se face reducerea ;

i — raportul de transmisie între axele de rotație.

Conform formulelor (1) și (2) s-au determinat pe baza proiectelor elaborate de IPCUP [2] momentele de inerție masice și masele reduse ale elementelor sistemelor de manevră executate în țară, iar pentru motoarele asincrone s-au folosit datele furnizate de uzinele „Electroputere" [4] și cele din U.R.S.S. [8].

4. Așa cum a reieșit din lucrările [1, 3], pentru studiul dinamicii și pentru determinarea forței echivalente a motorului de acționare a sistemului de manevră, precum și pentru efectuarea de cercetări cu un grad mai mare de generalizare, pe baza parametrilor generali adimensionali ai acestei instalații, s-a introdus de către autor un nou parametru : factorul de masă $\mu\left(\frac{s^2}{m}\right)$. Acest parametru se determină după formulele :

a) cînd se operează cu masele m_{it} ale sistemului de manevră reduse la diametrul de înfășurare al cablului pe tobă :

$$\mu_{it} = \frac{m_{it}}{Q_t}; \; Q_t = \frac{Q_x}{2m_k} = \frac{Q_x}{z}; \; 2m_k = z, \qquad (3)$$

b) cînd masele m_{ic} ale sistemului de manevră (sau ale unui element al ei) sînt reduse la cîrlig :

$$\mu_{ic} = \frac{m_{ic}}{Q_x}, \qquad (4)$$

în care :

Q_x și Q_t sînt sarcina în momentul respectiv la cîrlig și, respectiv, aceea redusă la capătul activ al cablului ;

m_k — numărul de role la macara.

Sistemul de manevră reprezintă o instalație de transport pe verticală, a cărei sarcină utilă este garnitura de foraj (sau coloana de burlane). Factorul de masă indică de cîte ori valoarea maselor reduse ale sistemului de manevră (în unitate de masă) într-un punct dat este mai mare decît sarcina utilă (sau sarcina normală) la cîrlig redusă în același punct. El permite determinarea valorii și a ponderii maselor elementelor sistemului de manevră (sau a coloanei de burlane) pe întreg intervalul de timp de extragere (sau introducere) completă a ei.

Masele cablului, ale rolelor, ale tobei de manevră, ale transmisiei și ale motoarelor electrice de acționare nu depind de valoarea sarcinii utile la un moment dat și, ca urmare, factorul de masă al respectivelor elemente se poate lua în raport cu sarcina normală la cîrlig ($Q_x = Q_n$), redusă în punctul analizat.

5. Este cunoscut faptul că, din punct de vedere constructiv, gabaritele elementelor sistemului de manevră și puterea motoarelor lor de acționare depind de sarcina la cîrlig și de valoarea ei redusă la capătul activ al cablului. De aceea formulele din lucrarea de față pentru calculul masei, al factorului de masă și pentru alte mărimi au fost elaborate în forma finală, în funcție de parametrul menționat (Q, t).

Datorită faptului că în probleme de acționare electrică și de studiu al dinamicii instalației sînt utile sarcinile reduse la diametrul de înfășurare a cablului pe tobă, în cele ce urmează se va folosi numai formula (3). Într-o lucrare viitoare se va expune metoda analitico-statistică pentru calculul maselor elementelor sistemului de manevră.

Masa sarcinii de la cîrlig

Masa sarcinii de la cîrlig (Q_x) este formată din : masa sarcinii utile (Q_c), determinată de garnitura de foraj (sau coloana de burlane), și masa sarcinii moarte (Q_M), determinată de mecanismul macara-cîrlig, chiolbași și alte elemente. Ținînd seama de necesitatea egalității energiei cinetice a maselor sarcinii la cîrlig cu aceea la capătul activ de înfășurare al cablului pe toba de manevră, masa sarcinii la cîrlig Q_c reduse la capătul activ al cablului se determină după formula :

$$m_s = m_c\left(\frac{V_c}{V_t}\right)^2 = \frac{Q_c}{g\,(2m_k)^2} = \frac{\beta_0 Q_c}{g(2\,m_k)^2} = \frac{\beta_0 Q_t}{g\,2m_k}, \; ts^2/m, \qquad (5)$$

$$\beta_0 = 1 + \frac{Q_M}{Q_c} = 1 + \beta \; ; V_t = 2m_k V_c \; ; Q_{ts} = \frac{Q_c}{2\,m_k}, \qquad (5a)$$

în care :

V_t este viteza liniară a cablului în timpul înfășurării sau al desfășurării lui pe toba de manevră ;

Q_c și Q_M — greutatea garniturii de foraj la un moment dat și, respectiv, cea moartă (a elevatorului, a chiolbașilor etc.) ;

V_c — viteza de deplasare a cîrligului ;

m_c — masa garniturii de foraj și a greutății moarte.

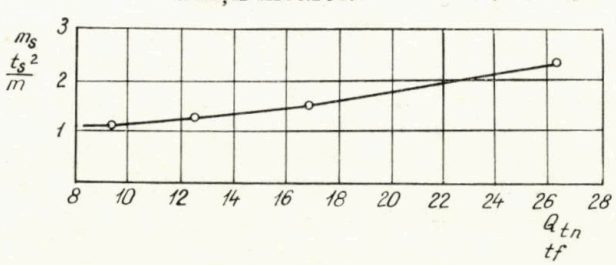


Fig. 1. Valoarea masei sarcinii utile m_s în funcție de sarcina normală Q_{tn} la cîrlig, redusă la capătul activ al cablului.

Valoarea masei determinate de sarcina normală la cîrlig pentru sistemul de manevră din actuala serie F, conform datelor din figura 2, se poate calcula cu suficientă precizie după relaţia :

$$m_s = 0{,}125 + 6\ (Q_{tn} - 9{,}4)\ 10^{-3} = 0{,}12 + \\ + 6\left(\frac{Q_n}{2m_k} - 9{,}4\right);\quad Q_{tn} = \frac{Q_n}{2m_k}. \qquad (6)$$

Valorile coeficientului β_0 pentru sistemul de manevră executat în R.S.România se prezintă în tabela 1. Avînd în vedere relaţiile (3), (4) şi

TABELA 1

Denumirea parametrului	Valoarea medie	Sarcina nominală la cîrlig				
		50	75	125	200	315
$\beta = \frac{Q_M}{Q_n}$	0,042	0,0382	0,0418	0,0565	0,047	0,0354
$\beta_0 = 1 + \beta$	1,042	1,0382	1,0418	1,0565	1,047	1,0354

(5), factorul de masă al sarcinii la cîrlig va fi egal cu :

$$\mu_s = \frac{m_s}{Q_t} = \frac{\beta_0\ Q_c}{Q_t(2m_k)^2} = \frac{\beta_0}{g\ 2m_k} = \frac{\beta_0}{gz},\ s^2/m. \qquad (7)$$

Valoarea factorului de masă μ_s, în raport cu sarcina Q_c, după cum se ilustrează în figura 2,

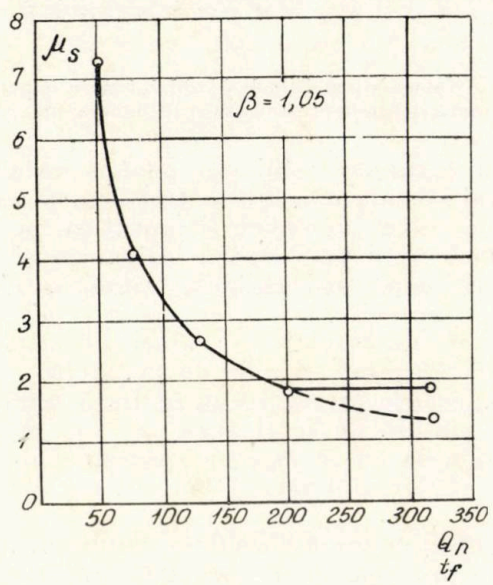


Fig. 2. Valoarea factorului de masă al sarcinii utile μ_s în funcţie de sarcina normală Q_n la cîrlig ordonatele înmulţindu-se cu 10^{-2}.

se poate determina cu suficientă precizie după formula :

$$\mu_s = \frac{\beta_0}{g\ 2m_k} = \frac{1{,}05}{2\ m_k},\ s^2/\text{m}. \qquad (8)$$

Valoarea lui μ_s pentru o instalaţie de foraj dată variază liniar cu adîncimea de foraj. Din figura 2 rezultă avantajul care s-ar obţine la instalaţiile cu sarcină nominală de 315 t în cazul folosirii macaralei cu şapte role, adică μ_s s-ar micşora în medie cu 17 %.

Masa cablului

Masa cablului în decursul extragerii (sau al introducerii) unui pas de prăjini se compune din două părţi : masa cablului aşezat pe toba de manevră (m_{c1}) şi masa ramurilor de cablu dintre rolele geamblacurilor şi ale macaralei (m_{c2}). Determinarea în fiecare moment al componentelor menţionate ale cablului necesită cunoaşterea deplasării (x_i) a cîrligului la un moment dat în decursul lungimii unui val de cablu înfăşurat pe toba de manevră.

Această corelaţie se poate determina din egalitatea :

$$2m_k\ x_i = \pi D_i\ n_s,\ \text{de unde}\ x_i = \frac{\pi D_i\ n_s}{2m_k}, \qquad (9)$$

în care :

D_i este diametrul valului activ respectiv al cablului pe toba de manevră ;

n_s — numărul de spire al unui val de cablu înfăşurat pe toba de manevră.

În figura 3 se prezintă variaţia raporturilor β_{Dc} ale sistemelor de manevră ale instalaţiilor

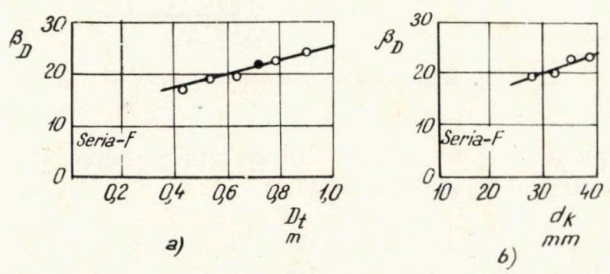


Fig. 3. Valoarea raportului β_{Dc} în funcţie de : a) diametrul D_t ; b) diametrul cablului d_k.

autohtone de foraj din seria *F*. Conform datelor ilustrate în figura 4, valoarea acestor raporturi se poate determina, în limitele erorilor permise în proiectare, după relaţiile :

$$\beta_{Dc} = \frac{D_{tc}}{d_k} = 19{,}5 + 12{,}3\ (D_t - \\ - 0{,}54);\quad \beta_{Dc} = 20 + 0{,}44\ (d_k - 28);$$

în care :

D_{tc} este diametrul tobei de manevră cu caneluri ;

D_t — diametrul tobei fără caneluri, m ;

d_k — diametrul cablului, mm.

Masa cablului pe un val activ oarecare de cablu pe toba de manevră, ţinînd seama de

relația (9), se poate determina după formula[1] :

$$m_{c1} = \frac{p}{g} 2 m_k \left(x_i \frac{R_i}{R_{i+1}} + x_{i+1} \right), \qquad (10)$$

în care :

x_i și x_{i+1} sînt deplasarea cîrligului corespunzător valului activ precedent de înfășurare a cablului și, respectiv, aceea corespunzătoare valului activ de cablu analizat ;

g — accelerația gravitației ;

p — greutatea liniară a cablului.

Masa ramurilor cablului de la capătul activ pînă la capătul lui mort, în conformitate cu

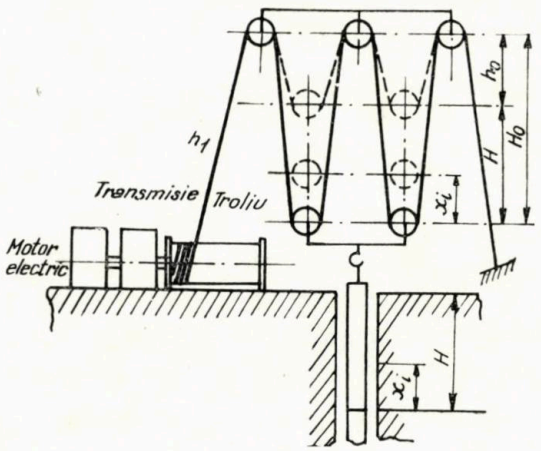


Fig. 4. Schema sistemului de manevră.

figura 4 și cu relația lui kp din lucrarea [5], rezultă din egalitatea [2] :

$$m_{c.2} = \frac{p}{g} [(H_0 - x_{i+1}) k_p + h_1 - (h_0 - x_{i+1})], \qquad (11)$$

în care :

$k_p = \dfrac{2m_k^2 + 3m_k + 1}{3}$ este coeficientul[3] de reducere a greutății cablului de către mecanismul macara-geamblac ;

H_0 — distanța dintre punctul de înșurubare a prăjinilor și axa rolelor de la geamblac ;

h_0 — distanța dintre axa rolelor geamblacului și nivelul superior de deplasare a macaralei în timpul extragerii unui pas.

Ținînd seama de relațiile (10) și (11), masa totală a cablului redus la diametrul lui, respectiv de înfășurare în fiecare moment s-a determinat după formula[1] :

$$m_c = \frac{p}{g} \left[2m_k \left(x_0 \frac{R^2 i}{R_{i+1}^2} + x_{i+1} \right) + (H_0 - \right.$$

$$\left. - x_{i+}{}^{1}) k_p + h_1 - (h_0 - x_{i+1}) \right]. \qquad (12)$$

În conformitate cu formula (12) și cu datele din proiecte [2], în figura 5 s-a construit diagrama valorii maselor reduse ale cablului în

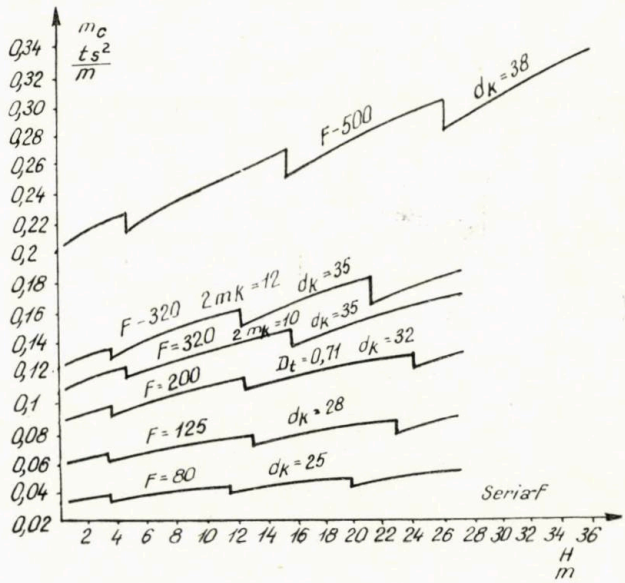


Fig. 5. Valoarea masei totale a cablului m_c în funcție de deplasarea cîrligului pentru instalațiile de foraj din seria F.

timpul extragerii unui pas pentru instalațiile de foraj executate în R.S.R. În calculele acestor curbe s-a avut în vedere și faptul că, pe lîngă lungimea unui pas, trebuie asigurată și posibilitatea deplasării cîrligului pînă la nivelul podului sondei, fapt care a contribuit și la stabilirea numărului de valuri de cablu ce trebuie înfășurat pe toba de manevră.

Din curbele prezentate în figura 5 rezultă că la instalațiile de foraj seria F s-a eliminat posibilitatea ca în decursul perioadei de accelerare cablul să treacă de pe un val activ pe altul.

Factorul de masă al cablului, avînd în vedere relațiile (3), (11) și (12), se poate calcula după formula[1] :

$$\mu_c = \frac{m_c}{Q_t} = \frac{2m_k p}{Q_n g} \left[2m_k \left(x_i \frac{R_i^2}{R_{i+1}^2} + x_{i+1} \right) + \right.$$

$$\left. + (H_0 - x_{i+1}) k_p + h_1 - (h_0 - x_{i+1}) \right]. \qquad (13)$$

Rezultatele calculelor, în conformitate cu datele din proiectul [2] de execuție a instalațiilor de foraj din seria F, se ilustrează în figura 6. Datorită faptului că variația în trepte a diametrului de înfășurare a cablului pe toba de

[1] Formula se aplică succesiv pentru fiecare val activ de cablu.

[2] S-a neglijat lungimea cablului înfășurat pe role.

[3] Coeficientul k_p s-a determinat din condiția echivalenței cinetice în punctele respective de reducere a momentelor de inerție masice [5].

manevră modifică cu puțin (3—7%) valorile maselor și ale factorului de masă al cablului, este posibilă aproximarea prin care se consideră

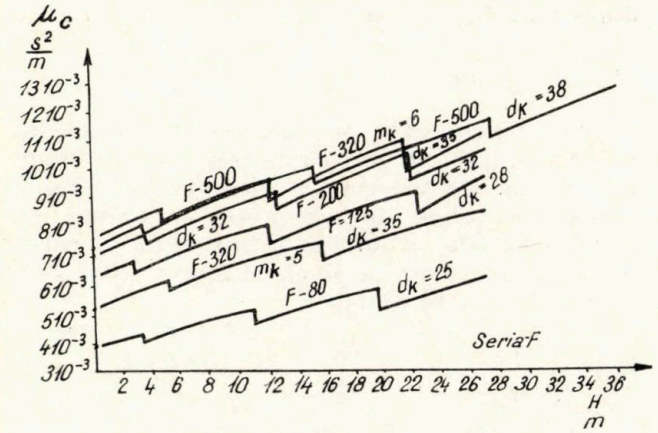


Fig.6. Valoarea factorului de masă μ_c în funcție de deplasarea cîrligului pentru instalațiile de foraj din seria F.

că diametrul de înfășurare a cablului variază liniar în timpul extragerii (sau introducerii) unui pas. Simplificarea menționată este motivată și de faptul că diferența dintre masele cablului în momentul trecerii sale de pe un val activ pe altul este foarte mică în comparație cu aceea a rotorului motorului electric și a tobelor, elemente care reprezintă un filtru ce face insensibile oscilațiile determinate de variația în trepte a masei cablului.

Rezultatele obținute după această simplificare și ilustrate în figurile 7 și 8 au condus la

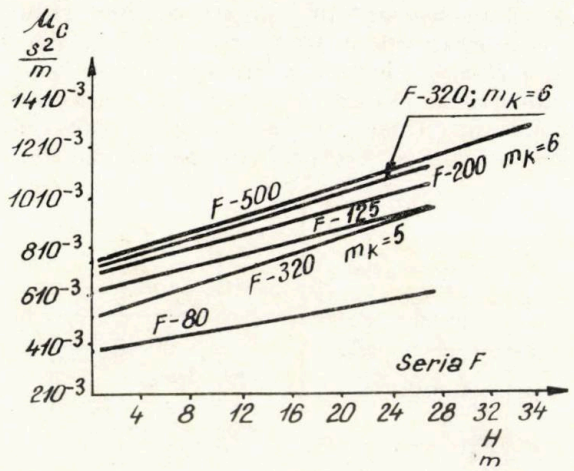


Fig.7. Valoarea medie a factorului de masă μ_c al cablului în funcție de deplasarea cîrligului, pentru instalațiile de foraj din seriile F, cînd se consideră liniară variația diametrului activ al cablului pe toba de manevră.

obținerea următoarelor formule generale pentru calculul masei, al factorului de masă și al greutății reduse (G_c) pentru toate tipurile de instalații de foraj autohtone din seria F (eroare $< 5\%$):

$$m_{cm} = \frac{Q_n}{2m_k}(6{,}8 + 12\,H_x 10^{-2})\,10^{-3},\ \text{ts}^2/\text{m}; \quad (14)$$

$$G_{cm} = \frac{gQ_n}{2m_k}(6{,}8 + 12\,H_x 10^{-2})\,10^{-3},\ \text{t}; \quad (15)$$

$$\mu_{cm} = (6{,}8 + 12\,H_x 10^{-2})\,10^{-2},\ \text{s}^2/\text{t}. \quad (16)$$

În formulele (14) și (15) valoarea lui H_x corespunde deplasării cîrligului la un moment dat. În tabela 2 se prezintă și formulele pentru cal-

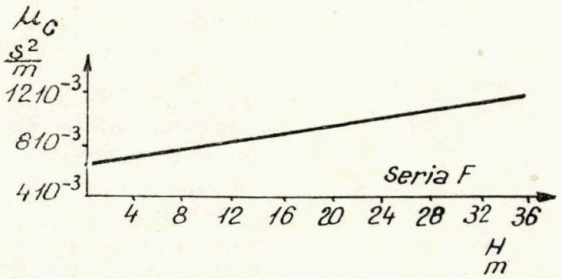


Fig. 8. Valoarea medie a factorului de masă al cablului μ_c în funcție de deplasarea cîrligului pentru toate instalațiile de foraj din seria F (exclusiv F — 80), cînd se consideră liniară variația diametrului activ al cablului pe toba de manevră.

culul factorului de masă μ_c pentru fiecare tipodimensiune de instalație de foraj din seria F. Mărirea numărului de valuri active de cablu în timpul operației de extragere a unui pas determină majorarea masei totale a cablului. Valoarea masei cablului în cazul acționării sistemului de manevră cu motoare electrice, fără transmisie sau cu transmisie, al cărei raport $i<2$, conform datelor din figura 5 și 11, crește apreciabil îndeosebi în raport cu ultimul val activ de cablu, masa totală a cablului devenind comparabilă cu aceea a tobei de ma-

TABELA 2

Nr.	Tipul instalației de foraj	Mărimea pasului H, m	Diametrul cablului d_k, mm	Numărul de valuri pe toba de manevră	Formula de calcul μ_c; $\frac{s^2}{m}$
1	$F-500$	36	38	4	$\mu_c = (7{,}6 + 14{,}5\,H_x 10^{-2})10^{-3}$
2	$F-320$	27	35	3 ; $m_k=5$ 4 ; $m_k=6$	$\mu_c = (5{,}3 + 12\,H_x 10^{-2})10^{-3}$ $\mu_c = (7{,}25 + 14{,}3 H_x 10^{-2})10^{-3}$
3	$F-200$	27	32	4	$\mu_c = (7 + 13\,H_x 10^{-2})\,10^{-3}$
4	$F-125$	27	28	3	$\mu_c = (6{,}3 + 8\,H_x 10^{-2})10^{-3}$
5	$F-80(T-50)$	27	25	4	$\mu_c = (3{,}85 + 8{,}6\,H_x 10^{-2})10^{-3}$

nevră. Evident, majorarea acestei mase este determinată, mai ales, de creșterea grosimii straturilor de cablu pe toba de manevră. Ca urmare, masa totală a cablului poate fi neglijată numai în anumite cazuri, aspect neprecizat în literatura de specialitate.

Masele rolelor mecanismului macara-geamblac

Masele rolelor (m_R) în mişcare de rotaţie, reduse la diametrul respectiv de înfăşurare a cablului pe toba de manevră s-au calculat după formula :

$$m_R = \frac{J_{Rm}}{R_{ti}^2} = \frac{J_R}{R_{ti}^2}\left(\frac{R_{ti}}{R_R}\right)^2 K_R = \frac{4J_R K}{D_R^2};$$

$$D_R = D_{Rf} + d_k, \qquad (17)$$

în care :

$K_R = \frac{8m_k + 6m_k + 1}{12\, m_k}$ — coeficientul[4] de reducere a momentului de inerţie masic al rolelor de către mecanismul macara-geamblac ;

J_{Rm} — momentul de inerţie al rolelor redus la diametrul respectiv de înfăşurare a cablului ;

J_R — momentul de inerţie masic al rolelor, în raport cu axa de rotaţie ;

D_R — diametrul de înfăşurare a cablului pe role de manevră ;

D_{Rf} — diametrul pe fund al rolei de manevră.

Conform rezultatelor calculelor efectuate pe baza proiectelor de execuţie ale sistemelor de manevră [2] şi ilustrate în figurile 9 şi 10, se

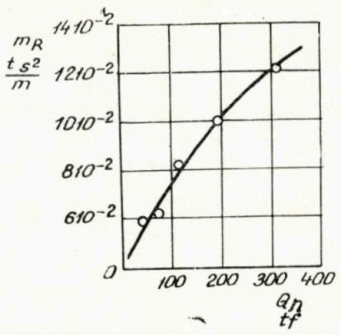


Fig. 9. Valoarea maselor rolelor m_R ale mecanismului macara-geamblac în funcţie de sarcina nominală Q_n la cîrlig.

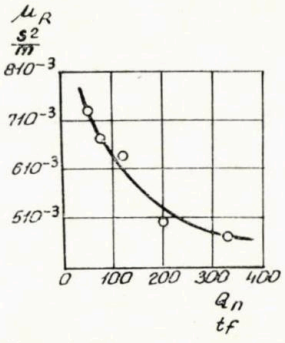


Fig. 10. Valoarea factorului de masă μ_R al rolelor mecanismului macara-geamblac în funcţie de sarcina nominală Q_n la cîrlig.

pot determina masa, factorul de masă şi greutatea rolelor mecanismului macara-geamblac, reduse la arborele tobei de manevră, în limita erorilor permise în proiectare, după relaţiile :

$$m_R = 71\sqrt{Q_n}\ 10^{-3},\ \text{ts}^2/\text{m}; \qquad (18)$$

$$G_R = m_R g = 6{,}85\sqrt{Q_n}\,10^{-2},\ t; \qquad (19)$$

$$\mu_R = \frac{m_R}{Q_t} = \frac{14{,}2\, m_k}{\sqrt{Q_n}}\,10^{-3},\ \text{s}^2/\text{m}. \qquad (20)$$

[4] Coeficientul K s-a determinat din condiţia de echivalenţă a energiei cinetice în punctele respective de reducere a momentelor de inerţie masice [5].

Menţionăm că în relaţiile date pentru instalaţiile de foraj cu sarcina normală la cîrlig de 315 t s-a avut în vedere folosirea în viitor a noului tip de rolă, proiectat de I.P.C.P, cu diametrul $D_{Rf} = 1{,}365$ m.

Masele tobelor

În conformitate cu proiectele instalaţiilor de foraj [2, 5] au fost calculate iniţial momentele de inerţie masice ale elementelor componente ale tobei de manevră prevăzută cu caneluri şi ale arborelui ei împreună cu roţile de transmisie aşezate pe el. Masele tobelor s-au calculat după formulele :

$$m_t = \frac{4\ J_t}{\beta_{ti} D_{tc}^2}; \quad \beta_D = \frac{D_{tc}}{d_k}; \quad a_v = 0{,}93\ d_k, \qquad (21)$$

$$\beta_{ti} = \frac{D_{tc} + d_k + 2a_v(n_v - 1)}{D_{tc}} = 1 + \frac{1}{D_{tc}}[1 + 1{,}86\ (n_v - 1)], \qquad (22)$$

în care :

$D_{ti} = D_{tc} + d_k + 2\ a_v\ (n_v - 1)$;

J_t — momentul total de inerţie masic al tobei de manevră ;

D_{ti} — diametrul valului activ de înfăşurare al cablului pe toba de manevră în momentul respectiv ;

n_v — numărul de valuri active de cablu.

Rezultatele calculelor sînt ilustrate în figurile 11 şi 12, în care sînt prezentate distinct valorile pentru instalaţiile de foraj din seria F şi cele din seria DH. Curbele prezentate în figurile 11 şi 12 demonstrează evident faptul că, în limita erorilor permise în proiectări (sub 5%), se pot determina masele şi factorul de masă reduse ale

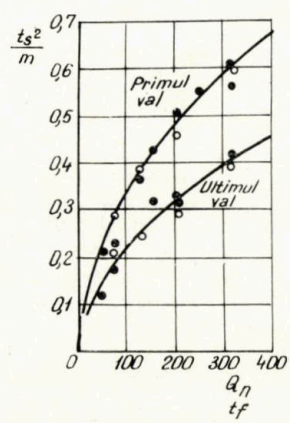


Fig. 11. Valoarea maselor m_t ale tobelor de manevră în funcţie de sarcina nominală Q_n la cîrlig pentru instalaţiile de foraj din: O — seriile F şi ● — DH.

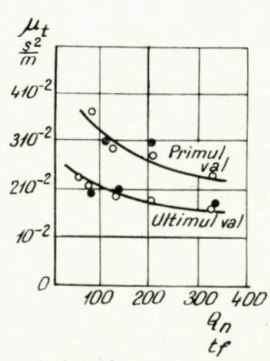


Fig. 12. Valoarea factorului de masă μ_t al tobelor în funcţie de sarcina normală Q_n la cîrlig pentru instalaţiile de foraj executate în ţară : o — seria F ; ● — seria DH.

tobelor la diametrul respectiv de înfăşurare al cablului după formulele de forma[5] :

$$G_t = g\, A_t \sqrt{Q_n}, t_f; \qquad (23)$$

$$m_t = A_t \sqrt{Q_n},\ \frac{ts^2}{m};\ \mu_t = \frac{A_t 2m_k}{Q_n} = \frac{A_F}{Q_n};$$

$$A_F = A_t\, 2m_k\,. \qquad (24)$$

În tabela 3 se prezintă valorile coeficientului A_t corespunzător valorilor active de înfăşurare a cablului pe toba de manevră în decursul cărora pot avea loc fenomene tranzitorii. În tabela 4 se dau valorile coeficientului A_F, adu-

TABELA 3

Tipul instalaţiei de foraj	Limitele de variaţie ale sarcinii normale la cîrlig, t	Valoarea coeficientului A_t		
		valul 1	valul 2	valul 3
Seria *F*	75—315	$3{,}410^{-2}$	$2{,}810^{-2}$	$2{,}210^{-2}$
Seria *DH*	75—315	$3{,}410^{-2}$	310^{-2}	$2{,}3410^{-2}$
2*DH*—75	75	$2{,}510^{-2}$	$2{,}510^{-2}$	$1{,}810^{-2}$
T—50 (80)	50			

TABELA 4

Tipul instalaţiei de foraj	Numărul de role la macara 2 m_k	Valoarea coeficientului A_F		
		valul activ : $Q_n - tf$		
		valul 1	valul 2	valul final
F—500	12	$40{,}8\ 10^{-2}$	$33{,}6\ 10^{-2}$	$26{,}4\ 10^{-2}$
F—320	12	$38{,}4\ 10^{-2}$	$33{,}6\ 10^{-2}$	$26{,}4\ 10^{-2}$
	10	$32\ 10^{-2}$	$28\ 10^{-2}$	$22\ 10^{-2}$
F—200	10	$32\ 10^{-2}$	$28\ 10^{-2}$	$22\ 10^{-2}$
F—125	8	$27{,}2\ 10^{-2}$	$22{,}4\ 10^{-2}$	$1{,}86\ 10^{-2}$
4*DH*—315	12	$40{,}8\ 10^{-2}$	$33{,}6\ 10^{-2}$	$28{,}1\ 10^{-2}$
3*DH*—200	12	$40{,}8\ 10^{-2}$	$33{,}6\ 10^{-2}$	$26{,}4\ 10^{-2}$
4*LD*—125	10	$34\ 10^{-2}$	$30\ 10^{-2}$	$23{,}4\ 10^{-2}$
2*DH*—75	8	$22{,}4\ 10^{-2}$	$19{,}2\ 10^{-2}$	$14{,}4\ 10^{-2}$
T—50	6	$15{,}3\ 10^{-2}$	$13\ 10^{-2}$	$10{,}8\ 10^{-2}$

cîndu-i-se corecţiile necesare pentru o şi mai mare precizie a calculelor. Din datele prezentate rezultă că valorile maselor tobelor sînt mult mai mari decît masele celorlalte elemente ale sistemului de manevră. Forma expresiilor (18), (19) şi (23) nu surprinde dacă se vor avea în vedere relaţiile (2), (10) şi (22).

[5] S-au dedus formule şi cînd s-a luat în considerare lungimea (L_t) a tobei de manevră de forma $A_t = (d_t + b_t\, L)$, unde d_t şi b_t sînt coeficienţi de regulă constanţi.

Masa rotoarelor motoarelor electrice

Acţionarea electrică a sistemului de manevră se efectuează, cu motoare electrice, fie asincrone (cu şi fără rotorul bobinat), fie de curent continuu, ultimele fiind utilizate în ultimul timp în mai mare măsură. În cazul utilizării motoarelor asincrone se întrebuinţează diferite tipuri de transmisii [6], iar la motoarele de curent continuu transmisii cu lanţ şi reductoare.

Pentru calculul maselor motoarelor asincrone cu rotorul bobinat s-au folosit datele privind momentele lor de giraţie furnizate de uzinele „Electroputere" — Craiova [4], iar pentru acele tipodimensiuni de motoare electrice, asincrone sau de curent continuu care nu se execută în producţie de serie în ţară sau nu li s-au dat momentele lor de giraţie, s-au folosit standardele sovietice [8].

În conformitate cu rezultatele cercetărilor [1, 7] efectuate pentru motoare executate în U.R.S.S., şi cu datele statistice menţionate, masele şi factorul de masă ale rotoarelor motoarelor de curent continuu şi al motoarelor asincrone de 1 000 rot/min, în limita erorilor permise în proiectare, se pot calcula după formulele [7] :

$$m_M = \frac{GD_M^2 i^2}{9{,}81\ D_{ti}^2} = \frac{E_M\, i^2 \sqrt[3]{M_n^4}}{gD_{ti}^2}, \quad ts^2/m, \qquad (25)$$

$$\mu_M = \frac{m_M}{Q_{tn}} = \frac{2\, E_M m_K i^2 \sqrt[3]{M_n^4}}{Q_n\, gD_{ti}^2}, \quad s^2/t, \qquad (26)$$

în care :

$GD_M^2 = 0{,}8 \sqrt[3]{M_n^4}$ — pentru motoare[7] de curent continuu (750 — 1000 rot/min); (27)

$GD_M^2 = 0{,}6 \sqrt[3]{M_n^4}$ — pentru motoare asincrone[8] cu rotorul bobinat (1 000 rot/min); (28)

M_n — momentul nominal al motorului de curent continuu t,m;

$G_R D_M^2$ — momentul de giraţie al rotorului motorului electric;

i — raportul de transmisie.

În tabelele 5 şi 6 s-au dat tipodimensiunile de motoare electrice ($V_c > 4{,}5$ m/s) care se recomandă să fie folosite la noi, majoritatea lor concordînd cu acelea uzitate în S.U.A. şi în alte ţări [5] şi cu turaţiile lor folosite actual-

[6] Valoarea raportului de transmisie între motoarele electrice actuale de 1 000 rot/min şi arborele tobei de manevră este de 2,2 — 2,6 pentru viteze mari la cîrlig (2 ÷ 2,5 m/s²) şi 6,8 — 11,6, pentru viteze mici şi sarcini normale la cîrlig (Q_n). În cazul sarcinilor maxime (1,6 Q_n) şi al vitezelor mici la cîrlig sînt necesare rapoarte de transmisie $i = 10 \div 17$.

[7] Relaţia de legătură $G_R D_i = f(M_n)$ concordă şi cu formulele utilizate în proiectarea maşinilor electrice [10].

[8] Valorile coeficientului E_M sînt diferite pentru alte turaţii nominale ale motoarelor electrice [6].

TABELA 5

Tipul de instalație	Puterea nominală a motoarelor de curent continuu, kW	Turația nominală a motoarelor rot/min	Valul 1		Ultimul val	
			A_M	B_M	A_M	B_M
		750				
$F-500$	2×1000	1000				
		750				
$F-320$	2×630	1000				
		750	390	4,2	240	3,2
$F-200$	2×400	1000				
		750				
$F-125$	2×250	1000				

TABELA 6

Tipul de instalație	Puterea nominală a motoarelor asincrone, kW	Turația nominală a motoarelor, rot/min	Primul val		Ultimul val	
			A_M	B_M	A_M	B_M
$F-500$	2×1250	1000				
$F-320$	2×750	1000				
$F-200$	2×500	1000	200	4,5	100	3,5
$F-125$	2×250	1000				

mente în acționarea electrică a sistemelor de manevră. De asemenea, în aceste tabele se prezintă valorile coeficienților necesari pentru calculul parametrilor m_M, μ_M și G_M ai rotoarelor motoarelor electrice care au fost elaborate pentru cazul reducerii maselor la diametrele active de înfășurare a cablului pe toba de manevră, însă fără includerea raportului de transmisie ($i = 1$).

Din datele prezentate în tabelele menționate și din calculele efectuate rezultă că masele rotoarelor de curent continuu de 1 000 rot/min sînt mai mari decît cele ale motoarelor asincrone de aceeași putere și turație, în medie de 1,25 ori. Aceste diferențe sînt determinate de principiile de funcționare, de specificurile constructive și de modul de execuție ale acestor două tipuri de motoare electrice. Exprimarea M_n în funcție de parametrii dinamicii instalației permite calculul lui m și μ direct în funcție de acești parametri.

Valorile superioare ale maselor rotoarelor motoarelor de curent continuu în comparație cu acelea ale motoarelor asincrone explică îmbunătățirea dinamicii instalației în cazul acționării lor cu motoare de curent continuu, deoarece momentele lor de giratie mari amortizează mai puternic oscilațiile determinate de diversele elemente elastice ale sistemului de manevră.

Din tabelele 5 și 6 și din datele statistice ilustrate în figura 13, 14, 15 și 16 se poate conchide că, în limita erorilor permise în proiectare și în cercetare, parametrii M_M, μ_M și G_M ai motoarelor electrice preconizate pentru acționarea sistemelor de manevră se pot efectua după formulele :

$$m_M = (A_M + B_M Q_n)\,10^{-4}, \frac{t\,s^2}{m}; \quad G_M = g m_M, \tag{29}$$

$$\mu_M = \frac{m_M}{Q_t'} = \frac{2m_K'}{Q_n}(A_M + B_M Q_n)10^{-4} =$$

$$= 2m_K\left(\frac{A_M}{Q_n} + B_M\right)\ 10^{-4}, \quad \frac{s^2}{m} \tag{30}$$

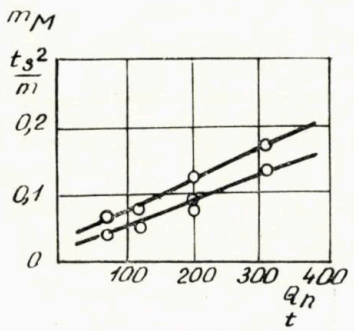


Fig. 13. Valoarea maselor m_M ale rotoarelor motoarelor de curent continuu în funcție de sarcina normală Q_n la cîrlig, redusă la diverse diametre active de cablu, (1 și n) de turații $n = 750 - 1\,000$ rot/min.

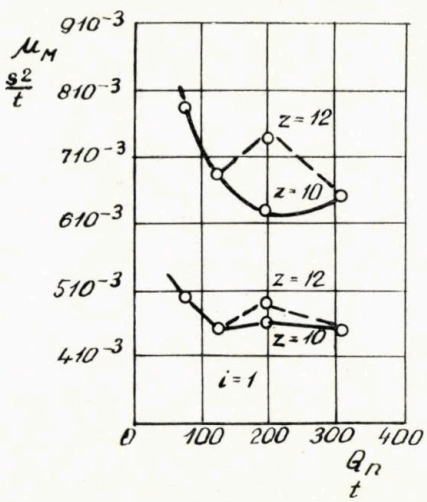


Fig. 14. Valoarea factorului de masă μ_M a rotoarelor motoarelor de curent continuu în funcție de sarcina normală Q_n la cîrlig, reduse la diverse diametre active de cablu (1 și n) de turații $n = 750 - 1\,000$ rot/min.

În tabele se prezintă valorile coeficienților A_M și B_M. În cazul utilizării motoarelor electrice de acționare a sistemului de manevră de puteri diferite față de cele redate în tabele, se va opera cu formulele (25), (26) și (27). Calculul lui m_{tR} și μ_{tR} la reductoarele cu roți dințate se poate aproxima cu suficientă precizie după formulele [1,9] :

a) cu transmisie simplă :

$$G_{tR} = 0{,}25\, G_M\,; \quad m_{tR} = \frac{0{,}25\, G_M}{g},$$

b) cu dublă transmisie :

$$G_{tR} = 0{,}5\, G_M\,; \quad m_{tR} = \frac{0{,}5\, G_M}{g};$$

în care G este greutatea rotoarelor motoarelor electrice reduse la arborele tobei de manevră.

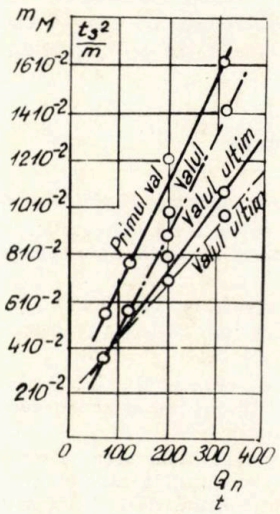


Fig. 15. Valoarea maselor m_M ale rotoarelor motoarelor asincrone cu rotorul bobinat în funcție de sarcina normală la cîrlig, reduse la diverse diametre de cablu.

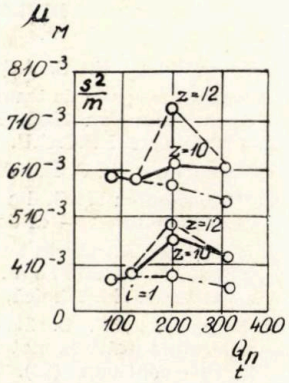


Fig. 16. Valoarea factorului de masă μ_M ale rotoarelor motoarelor asincrone cu rotorul bobinat în funcție de sarcina normală la cîrlig Q_n, reduse la diverse diametre active de cablu.

Aparent, formulele recomandate în lucrare, pentru calculul maselor și al factorilor de masă, poate duce la concluzia eronată că ele sînt empirice, fără o fundamentare tehnică și nu reflectă normele existente de proiectare. O examinare atentă a metodei generale elaborate [1, 11] pentru calculul parametrilor menționați arată că valorile obținute din folosirea formulelor prezentate în lucrarea de față concordă cu cele rezultate pe baza relațiilor analitice [1]. Metoda generală pentru calculul parametrilor m, μ și G depășește cadrul lucrării de față și, de aceea, face obiectul unei lucrări separate.

Erorile care rezultă din folosirea formulelor redate în lucrare sînt mai mici pentru elementele care au mase mari ($\leqslant 5\%$) și mai mari pentru acelea (de exemplu, pentru masa rolelor mecanismului macara-geamblac) care au mase mici ($\leqslant 8\%$, erori care insensibil modifică cantitativ fenomenele care au loc. Toate formulele lui μ_i înmulțite cu g ne dau raportul greutăților $\left(\mu_i \cdot g = \frac{G_R}{Q_t}\right)$, iar împărțite cu g ne indică raportul maselor $\left(\frac{\mu_i}{g} = \frac{m_R}{Q_t \cdot g}\right)$

Pentru calculul maselor o importanță practică o are cunoașterea factorului[9] de masă μ_i (căruia i s-au adus corecții ce dau erori și mai mici), și anume după formula generală :

$$m_i = \mu_i Q_{xi}\,; \quad \Sigma m_i = \Sigma \mu_i\, Q_{xi} \qquad (31)$$

Deoarece masele tobelor, ale macaralei-cîrlig, ale rolelor mecanismului macara-geamblac, ale transmisiilor și ale motoarelor electrice sînt constante pentru o instalație de foraj dată, s-au elaborat formulele respective pentru calculul lui μ_i în raport cu sarcina normală (Q_n) la cîrlig. Calculul parametrilor m_s și μ_s ai sarcinii utile după formulele (5) și (7) se efectuează în raport cu sarcina utilă la cîrlig (Q_x) la un moment dat. Menționăm că în folosirea formulelor (14) și (15) pentru calculul masei cablului trebuie utilizată sarcina normală la cîrlig Q_n și valoarea respectivă a deplasării (H_x) efectuată de macara sau de cîrlig. Ca urmare, fiecare tip de instalație de foraj are valori și grafice distincte de ale celorlalte tipuri pentru masă și pentru factorul de masă al elementelor sale. Expunerea formulelor și a valorilor totale ale maselor și ale factorului de masă depășește tematica lucrării de față și va face obiectul unei lucrări ulterioare.

O importanță deosebită o are punctul la care se reduc masele. În cazul reducerii maselor elementelor la diametrul de înfășurare a cablului pe toba de manevră, se vor folosi formulele pentru calculul parametrilor m_M și μ_M date în tabelă, iar cînd masele lor se reduc la axul motorului, atunci valorile maselor tuturor elementelor se împart cu pătratul raportului de transmisie (i^2).

Concluzii

1. Cele redate în prezenta lucrare reprezintă aplicarea concretă a metodei analitico-statistice, elaborată de autor, pentru calculul maselor instalațiilor grele de transport pe verticală și în concret pentru sistemele de manevră. La elaborarea formulelor concrete pentru calculul maselor fiecărui element al sistemului de manevră s-au folosit proiectele elaborate de I.P.C.U.P, datele furnizate de uzinele „Electroputere" și cele din standardele respective din U.R.S.S., S.U.A. și din alte țări.

2. Formulele elaborate de autor permit calculul maselor [10] tuturor elementelor de bază

[9] Oportunitatea introducerii parametrului μ a rezultat și din formulele pentru calculul forței echivalente, ale accelerațiilor, ale puterii de alegere a motorului și a altor parametri [1, 3, 6] numai din eroare putînd fi considerat un parametru inutil sau inventat.

[10] După cum este cunoscut [1, 7, 9] calculul maselor cu erori mai mari ($< 15\%$) nu modifică calitativ esența fenomenelor, iar cantitativ erorile care rezultă cînd se studiază instalația în ansamblu sînt neglijabile ($< 3\%$).

ale sistemelor de manevră ale diverselor instalații de foraj (din noua serie *F* și vechea serie *DH*) electrificate , erorile rezultate nedepășind pe acelea permise în proiectări și cercetări. Transmisiile dintre troliul de foraj și motoarele lui de acționare nu fac obiectul prezentei lucrări, deoarece uzinele constructoare folosesc diverse tipuri. Ca urmare, pentru fiecare caz în parte trebuie calculate separat parametrii lor m și μ. Formulele sînt valabile și pentru acele tipodimensiuni intermediare de sisteme de manevră neexecutate pînă în prezent și permit calcularea rapidă a momentelor de inerție masice respective.

3. Pentru facilitarea calculelor maselor și ale parametrilor dinamicii și ai puterii motorului electric de acționare a sistemului de manevră (considerat ca un sistem mecanic rigid sau ca un sistem electromecanic elastic cu mai multe mase), precum și pentru ilustrarea concretă a ponderii masei fiecărui element în masa totală a sistemului de manevră, s-a dovedit oportună introducerea de către autor a parametrului denumit factorul de masă (μ). Pentru acest parametru s-au dat formulele de calcul și s-au ilustrat valorile lui prin graficele respective.

4. Masa totală a cablului poate fi neglijată numai în cazul sarcinilor mari la cîrlig și a rapoartelor mari la transmisie între troliu și motorul electric. În cazul rapoartelor de transmisie $i > 2$, ea nu poate fi neglijată, deoarece valoarea ei, mai ales pe ultimul val de înfășurare a cablului pe toba de manevră, este comparabilă cu masa tobei de manevră.

5. S-au redat formule pentru calculul maselor și al factorului de masă al rotoarelor motoarelor de curent continuu și asincrone, ce pot fi folosite după scara lor de tipodimensiuni recomandate pentru acționarea sistemului de manevră, precum și pentru orice alt caz concret.

Formulele și calculele efectuate au demonstrat concret că masa rotoarelor motoarelor de curent continuu este în medie cu 25% mai mare[11] decît masa rotoarelor motoarelor asincrone, (pentru $n = 1\,000$ rot/min) fapt care ne edifică asupra avantajelor suplimentare pe care le prezintă ultimele în acționarea electrică reglabilă a sistemului de manevră.

Formulele prezentate au o directă aplicabilitate în activitățile de proiectare și de cercetare ale instalațiilor de foraj electrificate, precum și pentru cele similare, de la caz la caz fiind necesar să se adopte corecțiile corespunzătoare.

BIBLIOGRAFIE

1. Țepeluș, P. C. Acționarea electrică și automatica instalațiilor grele de transport pe verticală. Dizertație, de doctor, Moscova 1965, Biblioteca centrală universitară.
2. *** Proiecte I.P.C.U.P.
3. Țepeluș, P. C. În : Petrol și gaze, nr. 12, 1968.
4. *** Scrisoarea III G. din 11. XII. 1967 adresată la uzinele „Electroputere" — Craiova M.I.U.M.
5. Bublic, A., Cristea, V., Hirsch, I., Peligrad, N. și Silion, Gh. Utilaj petrolier pentru foraj și extracție, Ed. tehnică, București, 1968.
6. Țepeluș, P. C. Studiu privind acționarea electrică în forajul rotativ cu motoare de curent alternativ (I) și de curent continuu (II). Lucrare manuscris, Bibilioteca I.P.G.G., 1968—1969.
7. Tulin, V. S. Electroprivod i avtomatica mnogacnatnîh rudniciniîh podemnîh mașin. Ed. „Nedra", Moscova, 1964.
8. *** Prospecte de mașini electrice din U.R.S.S.
9. Elaneik, G. M. și Prohodteva, E. A. Sahtnîe staționornîe ustanovki. Ugleizdat, 1964.
10. Richter, M. Mașini electrice, **I, II, III**, Ed. tehnică, București, 1959 — 1961.

[11] Acest raport diferă pentru diversele valori ale lui *n* (1 000, 750, 500, 350 rot./min), fapt neidentificat concret în lucrările actuale.

Fotografia de pe coperta Revistei Petrol și Gaze nr. 2/1972, reprezintă o instalație de foraj românească F — 200 forînd în Venezuela

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR ES DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT

CRONICĂ

Simpozionul „Calitatea şi competitivitatea produselor petroliere"

În zilele de 18 şi 19 noiembrie 1971 a avut loc la Ploieşti simpozionul „Calitatea şi competitivitatea produselor petroliere", organizat în cadrul „Lunii calităţii produselor — noiembrie 1971", de către Institutul de cercetări şi proiectări tehnologice pentru prelucrarea ţiţeiului (I.C.P.T.P.T.), în colaborare cu Centrala Industrială pentru Prelucrarea Ţiţeiului (C.I.P.T.).

La simpozion au participat specialişti din întreprinderile producătoare de produse petroliere şi din cele consumatoare, precum şi din institutele de cercetări şi de proiectări interesate în produsele petroliere.

La simpozion specialiştii din industria de prelucrare a ţiţeiului au prezentat următoarele referate :

1. Competitivitatea produselor petroliere româneşti şi cerinţele economiei naţionale şi a pieţei externe, referenţi ing. C. Buchen şi ing. A. Ştefănescu de la C.I.P.T.

2. Factorii de creştere a calităţii produselor petroliere, referent ing. N. Ioanesi de la Direcţia tehnică a M.I.Ch.

3. Metode de caracterizare a uleiurilor aditivate, referent Dr. doc. ing. G.A. Rădulescu de la I.C.P.T.P.T. şi ing. I. Scheianu de la rafinăria Teleajen.

4. Progrese şi tendinţe în realizarea uleiurilor de motoare pentru autovehicule, referent Dr. doc. ing. G.A. Rădulescu de la I.C.P.T.P.T.

5. Progrese în realizarea uleiurilor minerale pentru maşini şi instalaţii industriale, referent ing. C. Dobrescu de la I.C.P.T.P.T.

6. Caracterizarea produselor petroliere prin metode instrumentale de analiză, referent ing. I. Munteanu de la I.C.P.T.P.T.

7. Noi tipuri de aditivi pentru uleiuri, referent ing. Gh. Iordache de la I.C.P.T.P.T.

8. Tendinţe în dezvoltarea proceselor de hidrogenare catalitică, referent ing. A. Nastasi de la I.C.P.T.P.T.

9. Noi tipuri de unsori consistente şi produse de protecţie — calitatea acestora faţă de nivelul cerinţelor, referenţi ing. Vl. Dodon şi ing. R. Udreanu de la I.C.P.T.P.T.

10. Standardizarea factor de bază în ridicarea calităţii produselor petroliere la nivelul cerinţelor tehnicii mondiale, referent ing. N. Ioanesi de la Direcţia tehnică a M.I.Ch.

Prin problemele puse în discuţie s-au scos în evidenţă necesităţile şi posibilităţile actuale de fabricare a produselor petroliere româneşti, la un nivel *calitativ* din ce în ce mai ridicat, corespunzător celui existent pe piaţa mondială, pentru produsele similare, în scopul asigurării bunei funcţionări a utilajelor, a agregatelor şi a maşinilor din toate ramurile economiei socialiste româneşti în plină dezvoltare, cît şi a creării de disponibilităţi pentru export.

Realizarea produselor petroliere româneşti de calitate superioară şi creşterea ponderii produselor de calitate superioară sînt rezultatul introducerii de tehnologii moderne în industria de prelucrare a ţiţeiului din ţara noastră. Competitivitatea produselor petroliere româneşti este evidenţiată de faptul că în ultimul deceniu aceste produse se exportă în peste 50 de ţări de pe toate continentele globului.

În materialele prezentate, referenţii au scos în evidenţă preocupările pe care le au cercetătorii şi fabricanţii de produse petroliere în stabilirea calităţii materiilor prime folosite la fabricarea produselor petroliere de calitate superioară, în stabilirea tehnologiilor de fabricare a produselor respective, precum şi în utilizarea de metode de analiză moderne, rapide şi sigure, în verificarea calităţii produselor petroliere româneşti.

Asigurarea calităţii produselor petroliere începe în faza de cercetare şi proiectare (incluzînd-o pe aceea de prospectare a pieţii), se desfăşoară de-a lungul întregului proces de fabricaţie, inclusiv controlului calităţii, şi se încheie prin verificarea şi urmărirea comportării produsului în utilizare.

Din referatele prezentate rezultă că o atenţie deosebită a fost acordată lubrifianţilor (uleiurilor minerale şi unsorilor) folosiţi pentru motoarele autovehiculelor, cît şi pentru maşini şi instalaţii industriale care, deşi se consumă în proporţie mică faţă de totalul produselor petroliere, se fabrică într-un sortiment foarte variat.

De asemenea s-a acordat o mare atenţie proceselor tehnologice de hidrogenare catalitică, arătîndu-se tendinţele mondiale şi din ţara noastră privind dezvoltarea acestor procese pentru fabricarea de combustibili şi lubrifianţi de calitate superioară.

Simpozionul a constituit un valoros schimb de experienţă între specialişti în problemele prezentate, cît şi a acelora ridicate prin discuţii.

NOTĂ TEHNICĂ

Perspectivele dezvoltării industriei de petrol şi gaze a Poloniei

Datorită extinderii lucrărilor geofizice şi de explorări geologice, s-a lărgit gradul de cunoaştere a teritoriilor cu perspective pentru petrol şi gaze crescînd totodată fondul de rezerve industriale, fapt ce a contribuit în ultimii ani la dezvoltarea industriei de petrol şi gaze a ţării.

În perioada 1964—1970 s-au prospectat 221 structuri geologice. Forajul anual de exploatare a crescut de la 209 600 m la 445 800 m. Deşi adîncimea medie de foraj a crescut de la 1 345 m la 1 972 m, metrajul de instalaţie/an activă a crescut de la 2 082 m la 3 700 m. În acest interval de timp s-au forat şi două sonde cu adîncimea de peste 5 000 m (Wierzechowd la 5 016 m şi Chojnice la 5 055 m).

Creşterea rezervelor industriale a permis o mărire a producţiei anuale de gaze de la 1 180 mil.m³ la 4 894 mil.m³, iar de ţiţei — de la 282 000 t la 424 000 t.

Pentru anii viitori se prevede în continuare creşterea producţiei de ţiţei şi gaze. Planul de perspectivă prevede ca în anul 1975, să se realizeze o producţie de 12 — 13 mrd.m³ de gaze şi 2,5 mil.t ţiţei.

Pentru anii 1971 — 1975 un rol important revine gazelor naturale cu conţinut ridicat de metan, produse din zăcămintele regiunii subcarpatice, precum şi gazelor cu conţinut ridicat de azot, circa 48 % din zăcămintele din Polski Niza.

În anul 1975, consumul de gaze cu conţinut ridicat de metan (cu putere calorică de 8 000 kcal) se estimează la 8,6 mrd. m³.

Ţinînd seama de rezervele sigure, cît şi a celor de prognoză, necesarul de gaze va fi asigurat din următoarele surse : 5,4 mrd.m³ din producţie proprie, 1,5 mrd.m³ importate din U.R.S.S.

Pentru acoperirea completă a consumului de gaze cu conţinut ridicat de metan va fi necesară înlăturarea conţinutului în azot din cele 2,7 mrd.m³ gaze cu putere calorifică de 5 000 kcal extrase din zăcă-

cămintele Niza, ceea ce va permite obținerea de 1,7 mrd.m³ gaze curate. Restul de 3,0 mrd.m³, necesare consumului, se vor asigura din producția planificată de 5,7 mrd. m³ a zăcămintelor Niza fără să mai fie tratate.

Curățirea gazelor este strîns legată de problema extracției heliului, încît procesul de înlăturare a azotului din gaze o dată cu heliul va îmbunătăți mult economia acestei industrii.

În anul 1975, consumatorii principali de gaze cu conținut ridicat de metan, vor fi industria chimică (9,4 mrd.m³), industria grea (2,7 mrd.m³) și industria materialelor de construcție (0,5 mrd.m³). Creșterea cea mai mare a consumului de gaze naturale în perioada 1971—1975, se prevede în industria chimică, aceasta ca urmare a înlocuirii cocsului.

Programul utilizării gazelor naturale pentru consumul casnic va permite creșterea numărului de consumatori din țară de la 2,32 mil. m³ în anul 1970 la 3,3 mil.m³ în anul 1975 prin aceasta numărul de consumatori casnici de gaze va crește de la 7,4 mil. la 10,5 mil.

În viitorul apropiat, gazele naturale vor fi aduse în toate raioanele aflate în preajma conductelor magistrale, precum și în orașele cu o populație de peste 20 000 locuitori, indiferent de distanța la care s-ar afla față de conductele magistrale. Rezervele mari de gaze din regiunile subcarpatice și de la Niza, vor permite modificarea radicală a structurii alimentării cu gaze și desființarea uzinelor de gaze ale orașelor transformîndu-le în uzine de manufacturare a gazelor naturale (amestec de gaze lichefiate și aer).

Față de creșterea consumului și a numărului de consumatori de gaze naturale în cincinalul 1971—1975, se va extinde rețeaua conductelor magistrale de gaze prin prelungirea celor existente și construirea altora noi.

Realizarea planurilor de dezvoltare a industriei de petrol și gaze prevăzută pentru cincinalul 1971...1975, va permite îmbunătățirea structurii bilanțului de combustibil a Poloniei (tabela 1).

Structura consumului în perioada 1965—1980 a tipurilor primare de energie a Poloniei

Combustibili	Mil. t combustibil convențional			
	1965	1970	1975	1980
Huilă	76,8	89,3	100,2	119,2
Cărbune brun	5,4	8,4	10,1	10,1
Combustibil lichid	6,6	11,5	20,0	34,3
Gaze naturale	2,0	6,2	12,3	15,3
Alți combustibili (turbă, lemne etc.)	1,7	1,6	1,4	1,4
Utilizare secundară	1,4	1,8	2,0	2,7
Total	93,9	118,0	146,0	183,0

DOCUMENTARE

Șahmaev, Z. M. ș.a. **Influența tratării lichidului de foraj cu AAS și a aerării lui asupra lucrului sapelor.** În: Burenie, nr. 11. noiemb. 1971, p. 7 — 9.

În lucrare se arată că utilizarea fluidului de foraj tratat cu agenți activi de suprafață (AAS) și aerat în locul apei tehnice a permis mărirea avansării pe sapă și a vitezei mecanice, respectiv cu 13 — 28 și 20 — 35% la forajul cu spălarea tălpii cu amestecul de apă — aer, cu 20 — 63 și 12 — 20% la forajul cu utilizarea spumei bifazice și cu 11 și 13% la forajul cu circulație cu apă tratată cu AAS.

Celombiev, B. K. și Gusev, V. G. **Utilizarea gudronului de lemn cu adaos la fluidele de foraj tratate cu CMC și cu ghipan.** În : Burenie, nr. 11, noiemb. 1971, p. 13.

S-a cercetat posibilitatea utilizării gudronului tehnic de lemn (RTU RSFSR — 909 — 69) drept adaos la fluidele de foraj tratate cu carboximetilceluloză (CMC) și cu ghipan (poliacrilonitril hidrolizat).

Se arată că este indicată utilizarea lui ca adaosuri reduse, de 0,2 — 0,8%, atît pentru micșorarea tensiunilor de suprafață a filtratelor fluidelor de foraj, cît și pentru îmbunătățirea capacității lor lubrifiante și emulsionante, precum și mărirea rezistenței termice și la săruri a CMC și a ghipanului la temperaturi pînă la 200° C.

Nikitin, N. I. ș.a. **Măsurile de prevenire a formării condensatului în conductele de distribuție a gazelor lichefiate în stare de vapori.** În : Gazovaia promîșlennost, **16**, nr. 10, oct. 1971, p. 20

La exploatarea instalațiilor de gaze lichefiate cu vaporizare artificială pe timp friguros este posibilă condensarea fracțiunilor de butan în conductele de distribuție a gazelor, mai ales în cazul conductelor la suprafață. Acest fapt provoacă o reducere a capacității de transport a gazelor, iar în unele cazuri întrerupe complet alimentarea cu vapori de gaze lichefiate a consumatorului.

Nomogramele prezentate în articol permit determinarea gradului optim de supraîncălzire a vaporilor și a grosimii optime a izolației conductei de gaze la suprafață pentru a înlătura condițiile care contribuie la formarea condensatului secundar.

Levretov, V. A. **Calculul debitelor de lichid a sondelor în erupție.** În : Nefteanoe hozeaistvo **49**, nr. 11, noiemb., 1971, p. 37 — 40.

În articol se descrie metoda de trasare a curbelor indicatoare, bazată pe relația între presiunea de talpă (P_t) și presiunea la gura sondei (P_g). Pentru calcule s-a aplicat o formulă a lui A. P. Krîlov, referitoare la debitul maxim de extracție. În articol această formulă este prezentată ținînd seama de variația proprietăților fizice ale țițeiului în funcție de presiune și temperatură.

Fișmann, L. L. ș.a. **Calculul termodinamic al procesului de separație la temperatura joasă a gazelor cu ajutorul computerului.** În : Gazovaia prommîșlennost, **16**, nr. 10, oct. 1971, p. 5

Se propune o metodă pentru calculul termodinamic la mașina electronică de calcul a separării la temperatură joasă a gazelor.

Folosind ecuațiile de bilanț material și termic pentru separatoare și schimbătoare de căldură, se stabilesc temperaturile și compozițiile tuturor fluxurilor din schemă. Se prevede determinarea presiunii de condensare maximă pentru gazele uscate, ce pleacă din instalația de separare la temperatură joasă spre conducta de gaze.

Metoda propusă permite efectuarea calculelor schemei separării la temperatură joasă a gazelor pentru a determina cei mai buni parametri tehnologici.

Greceanik, I. F. ş.a. **Cu privire la creşterea presiunii în procesul de cimentare a coloanelor.** În : Burenie, nr. 11, noiemb. 1971, p. 16

Se examinează cauzele cimentărilor nereuşite ale coloanelor. În urma analizării rezultatelor încercărilor de schelă se arată că una din cauzele creşterii bruşte a presiunii în timpul împingerii pastei de ciment în spatele coloanei este viteza mare de ridicare a cimentului în spaţiul inelar.

Pentru prevenirea acestei complicaţii se propune o tehnologie specială de cimentare aplicată cu mult succes. Ea constă în asigurarea unei viteze constante de mişcare a pastei de ciment în spaţiul inelar în cursul întregului proces de împingere în spatele coloanei, viteză stabilită dinainte şi în utilizarea drept pernă de lichid a soluţiei apoase de carboximetilceluloză (concentraţie 1 — 3 %).

Hanin, G. E. **Evaluarea ritmurilor dezvoltării tehnice a industriei extractive de petrol.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **49**, nr. 11, noiemb. 1971, p. 6

Se expune metoda de evaluare a ritmului de dezvoltare tehnico — economică a întreprinderilor de extracţie a petrolului, metodă bazată pe analiza activităţii unei unităţi mari.

Pe lîngă indicatorul productivităţii utile a sondelor (producţia de ţiţei raportată la o sondă — lună calculată, SL_c) s-a introdus indicatorul de calcul al productivităţii globale a sondelor (lichid extras pe 1 SL_c în condiţii comparabile de exploatare).

S-au determinat valorile de calcul ale ritmurilor de creştere a investiţiei specifice de producţie , r_{isp}, ritmurilor de creştere a cheltuielilor specifice de amortizare, r_{csa}, ce caracterizează variaţia calităţii mijloacelor de producţie şi a ritmurilor de creştere a venitului specific global, r_{vsg}, care permite evaluarea progresului tehnic.

Vodeanik, P. P. **Telemecanizarea distribuţiei de gaze a oraşelor.** În : Gazovaia promîşlennost, **16**, nr. 10, oct. 1971, p. 23

În articol se prezintă descrierea şi datele tehnice ale sistemului de telemecanică fără conducte (STFC-2) elaborat de către Institutul de Gaze al Academiei de Ştiinţe a R.S.S. Ucrainene. Acest sistem este exploatat în cadrul distribuţiilor de gaze ale oraşelor din Ucraina, Bielorusia şi Lituania. Extinderea largă a sistemelor de telemecanică inclusiv şi a STFG-2 în distribuţiile de gaze ale oraşelor este frînată datorită lipsei de linii de telecomunicaţii directe între postul de dispecer şi fiecare punct de distribuţie a gazelor (PDG).

În articol se descrie noul sistem de telecomandă a dispecerului orăşenesc de distribuţie a gazelor (TDO-DG) elaborat pe baza STFC — 2, cu ajutorul căruia se rezolvă problema telecomunicaţiei în cazul telemecanizării distribuţiilor de gaze a oraşelor.

Pehota, F. M. şi Parfenov, A. I. **Utilizarea polimerilor poroşi pentru analiza gazelor naturale.** În : Gazovaia promîşlennost, **16**, nr. 10, oct. 1971, p. 39

În articol se prezintă date privind utilizarea polisorbului—1 pentru analiza gazelor naturale. Pe baza datelor experimentale s-au ales condiţiile optime de separare a N_2, O_2, H_2S, CO_2, metanolului şi a hidrocarburilor saturate a gazelor naturale.

Metoda propusă pentru analiza gazelor naturale se deosebeşte prin simplitate, bună reproductibilitate şi prin posibilitatea utilizării în condiţiile de laborator şi în secţiile tehnologice.

ŞTIRI TEHNICO-ECONOMICE

În U.R.S.S. o comisie economică nipono-sovietică însărcinată să studieze modalităţile de cooperare pentru exploatarea rezervelor zăcămintelor din Tiumen şi Siberia occidentală a evaluat la un miliard de dolari partea de investiţii pentru japonezi. Se estimează că în anul 1980 se va produce 150 mil. t/an de ţiţei cu conţinut redus de sulf şi 260 mil. t/an gaze naturale dintre care Japonia va urma să primească 50 mil. t/an printr-o conductă care va ajunge la Nakhodka.

★

Secretarul american al departamentului comerţului a declarat că S.U.A. sînt interesate să cumpere ţiţei, gaze naturale şi produse finite sovietice.

Se studiază în prezent, posibilităţile de a exporta 10 miliarde m³/an gaze naturale sovietice în S.U.A.

★

În Austria se va construi o conductă de transport al produselor finite, de 200 km lungime, care va transporta produsele rafinăriei de la Schwecht. Capacitatea de transport a acestei conducte va fi de 10 mil.t/an. Costul lucrărilor va fi de 150 mil. D.M. Conducta va intra în funcţiune în cursul anului viitor.

★

În Republica Federală a Germaniei, s-a dat în funcţiune la Stuttgart primul depozit de gaze naturale lichefiate din această ţară, constituit dintr-un rezervor metalic calorifugat înconjurat de o foaie metalică separată şi dintr-un rezervor de beton. Se pot depozita 28 500m³ gaze naturale lichefiate, care regazeificate furnizează 17 mil.m³ gaze naturale.

★

În Canada se estimează că este necesar ca industria petrolieră să investească în cursul următorului deceniu 25—28 miliarde dolari în livrări de prospectare şi dezvoltare, dintre care 8 miliarde vor fi consacrate construcţiei conductelor de transport al petrolului şi gazelor naturale.

De asemenea, se estimează că costul cercetărilor a crescut cu circa 50 % în cursul ultimilor 5 ani.

Exporturile canadiene în S.U.A. reprezintă mai puţin de 5 % din consumul american de petrol şi numai 3,6 % din consumul de gaze naturale.

★

În Canada se va construi pe teritoriile de nord-vest, în apropiere de frontiera cu Yukon şi Columbia britanică o uzină de degazolinare care va trata producţia zăcămîntului Pointed Mountain. Uzina, care va fi cea mai septentrională din Canada, va avea o capacitate de 194mil. picioare cubice/zi.

În Canada autorităţile primăriei Alberta au autorizat mărirea capacităţii uzinei de tratare a gazelor naturale de la Ram River, care epurează gazele naturale produse de zăcămintele de la Strachan şi Ricinus vest.

Noile instalaţii vor fi date în funcţiune la sfîrşitul acestui an. La terminarea lucrărilor uzina de la Ram River va produce 225 mil. picioare cubice/zi gaze epurate, 3510 barile/zi condensate şi 4176 t sulf.

★

În Suedia capacitatea rafinăriei de la Syrhaala, în apropierea portului Golheborg, dată în funcţiune în 1967, va fi triplată, de la 5 la 15 mil. t/an.

Noile instalaţii vor fi terminate în 1977.

★

În S.U.A., Tennessee Gas Pepèline va construi o conductă de transport al gazelor naturale şi staţii de compresiune, în valoare de 30 mil. dolari în statele Mississipi, Tennessee şi Louisiana, iar Tumkline Gas o conductă de transport al gazelor naturale de 42 km lungime, în valoare de 7,5 mil. $ în Louisiana.

★

În Japonia se va construi o conductă de transport al produselor finite, de 250 km lungime între Chiba, Tochigi,

și Gumma. Capacitatea de transport a acestei conducte va fi de 6 mil. t/an, iar costul lucrărilor va fi de 26 miliarde yeni.

★

În S.U.A. amendamentele decise la Washington pentru reglementarea controlului poluării apelor impun rafinăriilor din Statele Unite 1,5—2 miliarde dolari cheltuieli suplimentare, după estimarea făcută de American Petroleum Institute. Rafinorii au cheltuit mai mult de 2 miliarde dolari pentru protecția aerului și a apelor.

★

În S.U.A. la rafinăria de la Port Artur, s-a terminat construirea unei instalații de distilare sub vid de 6 500 000 t/an și a unui hidrocracking de 750 000 t/an, mărind astfel capacitatea la 20 000 000 t/an.

★

În Peru, construcția rafinăriei de la Pampilla este terminată; capacitatea ei va fi de 1 500 000 t/an.

★

Gaz Council din Marea Britanie a încheiat un contract cu firma americană Air Products pentru construcția la Convey Island, a unei unități de lichefiere a gazelor naturale pentru construirea de rezerve pentru perioadele de consum de vîrf, cu o capacitate de producție de 200 t/zi gaze naturale lichefiate. Costul lucrărilor este de 945 000 lire sterline.

Instalația va intra în funcțiune la sfîrșitul anului. Gas Council a terminat o unitate de lichefiere la Glenmaris (Scoția) și construiește alta la Partington.

★

Consorțiul internațional iranian a încheiat un contract cu o societate italiană în valoare de 4,8mil. dolari pentru instalarea a trei stații de pompare și a unei uzine de separare a gazelor.

Stațiile de pompare vor fi instalate la Gureh, la 30 km de centrul petrolier de la Barghan pe conductele care leagă aceste zăcăminte cu stația terminală de la Lavan. Unitatea de separare a gazelor va fi instalată la Karary. Lucrările vor dura 18 luni.

★

În Marea Britanie guvernul a autorizat construirea la Convey Island a unei rafinării cu o capacitate de 6 000 000 t/an care va costa 40—50 mil. lire sterline. Se proiectează ca această rafinărie să intre în funcțiune în 1974.

★

Ungaria a încheiat cu Uniunea Sovietică un acord pentru participarea la construcția conductei de transport al gazelor, proiectată pentru a aduce gazele naturale din Siberia în Europa Occidentală în cursul anului viitor.

★

U.R.S.S. va furniza materialul de pozare al conductei care va trece în apropierea frontului sovieto-ungaro-cehoslovace.

Conducta va avea 4800 km lungime, plecînd de la Tiumen, din Siberia occidentală, Austria, Republica Federală a Germaniei, Italia, Franța, Republica Democrată și Cehoslovacia au și încheiat acorduri pentru a importa cantități importante de gaze naturale, circa 30 miliarde m^3/an.

★

În Ungaria se va construi la Szeged o uzină de tratare a gazelor naturale care va costa 66 mil. dolari, care va fi realizată cu materiale sovietice și va trata 4 mil. m^3/zi, va produce benzină, propan, butan, isobutani, isopentani și alte derivate.

★

În Canada se va construi la Lorneville la 16 km sud-vest de Saint-John un port cu apă adîncă și un depozit pentru primirea și transportul țițeiului din Libia și din Golful Persic pentru coasta de est a S.U.A.

Portul va avea trei cheiuri la 350 m în larg, cu o adîncime de 31,50 m pentru a permite accesul superpetrolierelor de 300 000 tdW. Pe sol va fi construit un depozit de 650 000 m^3 care va costa 14 000 000 dolari (dintre care 9 500 000 pentru rezervoarele propriu-zise) recuperabile prin perceperea taxelor în decurs de 30 de ani.

Ansamblul lucrărilor va costa 60 000 000 dolari și va fi terminat în anul viitor.

Se proiectează, de asemenea, construirea unei rafinării de 10 000 000 t/an în apropierea portului petrolier. În portul Saint John există un depozit flotant pentru aprovizionarea cu țiței a rafinăriei de 5 000 000 t/an capacitate construit în anul 1970.

★

În Peru, întreprinderea națională petrolieră negociază cu o societate japoneză construirea unei conducte de 670 km care, traversînd munții Anzi, va lega regiunea Amazoanele cu coasta oceanului Pacific.

Pentru a pune în practică acest proiect este necesară o producție de ordinul a 5 000 000 t/an care va permite și construirea unei rafinării de coastă.

În orice caz Petroperu va începe construcția unei rafinării de 2 500 000 t/an. Guvernul intenționează să mărească capacitatea de rafinare a țării la 6 250 000 t/an pînă în anul 1975.

★

În Canada se studiază construirea unei rafinării cu o capacitate de 10 mil. t/an în Noul Bumswick, care va costa 160—180 mil. dolari.

★

În Belgia a intrat în funcțiune în anul trecut rafinăria de la Charleroi cu o capacitate de 6 500 000 t/an care a costat 6 miliarde franci belgieni.

★

În U.R.S.S. a fost dată în funcțiune o conductă de transport al produselor finite de 140 km lungime, între rafinăria de la Kirischa și Leningrad.

★

În India se va construi în apropierea orașului New Delhi o rafinărie care va costa 800 mil. rupii; rafinăria va fi aprovizionată printr-o conductă de transport al țițeiului de 1 100 km lungime.

În prezent se construiește rafinăria de la Haldia, iar capacitatea uzinei de la Koyali va fi mărită de la 4 300 000 la 7 000 000 t/an.

★

În Marea Britanie, zăcămîntul de gaze naturale Indefatigable a intrat în producție; se estimează că va furniza 600 mil. picioare cubice/zi pentru cîțiva ani. Zăcămîntul a fost legat la terminalul terestru de la Boeton printr-o extindere de 20 mile lungime a conductei de la Leman Bouk.

★

La Rafinăria de la Milford Haven, în programul extinderii în curs de realizare se vor construi 8 rezervoare cu o capacitate globală de 2,4 mil. barile, în valoare de 1 mil. lire sterline. Dintre acestea, trei, vor fi cele mai mari construite în Marea Britanie, avînd un diametru de 260 picioare și o înălțime de 64 picioare.

O conductă de țiței de 14 mile lungime și 16″ diametru va fi construită între stația terminală de la Tranmere și rafinăria de la Ellesmere Port a cărui capacitate va fi mărită la 25 000 barile/zi.

★

În Suedia comitetul pentru conductele de petrol a arătat că este necesar să se ia o hotărîre rapidă pentru aprovizionarea cu gaze naturale, fixînd la 12 miliarde m^3 consumul marin de gaze naturale, în anul 1980 în centrul și sudul Suediei. S-a ridicat de asemenea, problema unei conducte între Finlanda și Suedia prin marea Baltică pentru transportul gazelor din Uniunea Sovietică.

Revista PETROL și GAZE Redacția: București, Bd. Nicolae Bălcescu nr. 16 Sector 1, telefon 14. 72. 10/141. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere telefon 14 72 10/176 Bd.Nicolae Bălcescu, 16 cont 640 301-14. Banca Națională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector1 București. Tarif pertru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamente individuale: lei 30 anual. Prețul unui manual lei 8. Taxele poștale plătite în numerar pe anul 1972 conform aprobării D.P.D.P. nr. 10/9416/1971.

Lei 8

14 330

I. P. I. c. 3177

Industria prelucrătoare de țiței din România prin procedee moderne de aromatizare catalitică și de extracție selectivă, obține *toluen*, *xilen*, *ortoxilen* și *benzen* cu înalt grad de puritate, materie primă de cea mai bună calitate pentru industria chimică.

PECO comercializează pe piața internă, iar I.S.C.E. PETROLEXPORT pe piețele externe produsele aromatice prin via tera și via mare, în vrac și ambalate în butoaie metalice de 220 l.

PETROLEXPORT

RAFINĂRIA TELEAJEN

Str. Mihai Bravu nr. 217
Telefon: 10700

Produce pentru export:

- uleiuri pentru motoare auto, în diverse sortimente și nivele de aditivare:
  SAE 10 W; SAE 10 W/30;
  SAE 20 W; SAE 20W/40;
  SAE 30; SAE 40 și SAE 50
- uleiuri pentru locomotive Diesel în sortimentele:
  DS 30
  DS 40
- Uleiuri pentru angrenaje auto:
  SAE 80 — EP
  SAE 90 — EP
  SAE 140 —EP

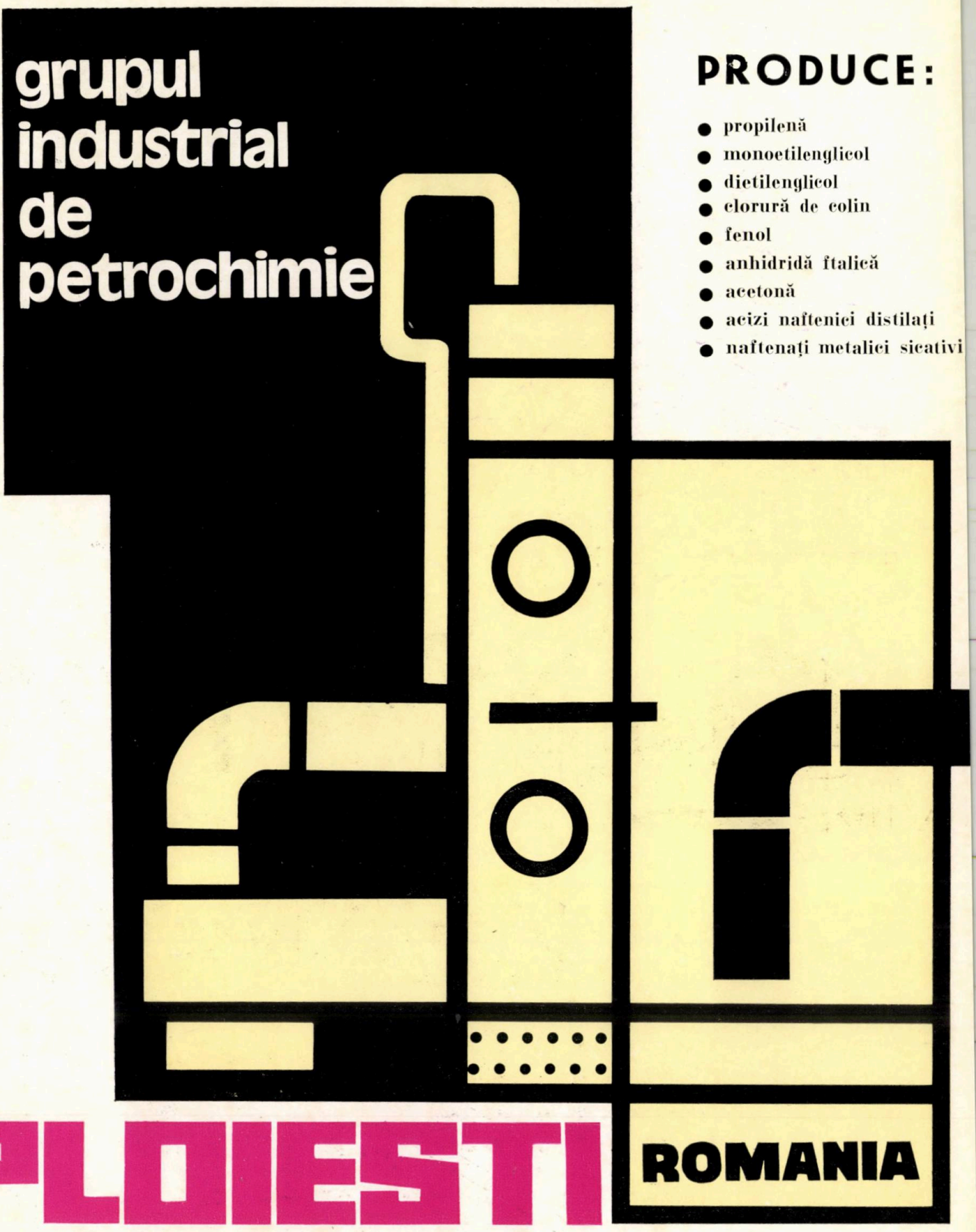
RAFINĂRIA TELEAJEN

Centrala industrială pentru prelucrarea țițeiului

PLOIEȘTI

Telex: 019 275
Telefon: 10 500

grupul industrial de petrochimie



PRODUCE:

- propilenă
- monoetilenglicol
- dietilenglicol
- clorură de colin
- fenol
- anhidridă ftalică
- acetonă
- acizi naftenici distilați
- naftenați metalici sicativi

PLOIEȘTI ROMANIA

Exportator: **CHIMIMPORT**

Bd. Republicii 10 Telefon : 16 06 36 :
Telex : 184, 185
București—România

1972 APR 1

COMBINATUL
PETROCHIMIC
PITEȘTI

vă oferă:

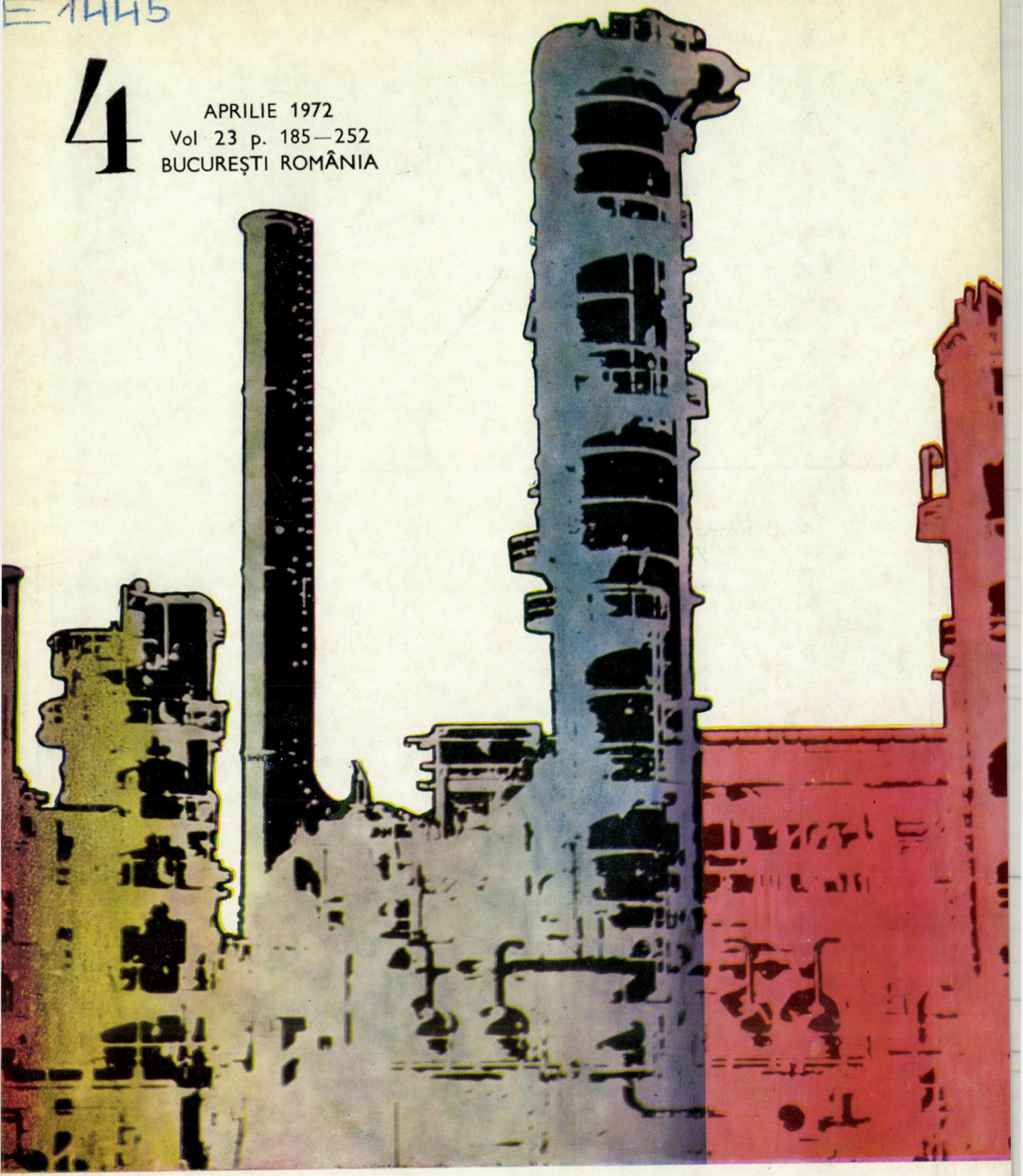
Monomeri pentru industria chimică de sinteză:

etilenă 99,9 %
propilenă 99,5 %
butilenă 90 %
butadienă 95,5 % vol.

E 1445

4

APRILIE 1972
Vol 23 p. 185—252
BUCUREȘTI ROMÂNIA



PETROL ȘI GAZE

PGAZAC 23 (4) 185 — 252 (1972)

geomin

FOREIGN TRADE COMPANY ● SPLAIUL INDEPENDENȚEI 202
BUCHAREST – ROMANIA ● TELEPHONE: 13.00.94
TELEX 011263

GEOMIN ensure the development of mineral deposits by supplying complete installations operating at the world level of technology and applying techniques of high efficiency. By means of their specialized institutes and highly skilled staff they can carry out:

- geological surveys and explorations, technological research and studies in their own laboratories and pilot plants ;
- feasibility studies for different types of deposits ;
- general and working designs for mining projects and non-ferrous metalworking, as well as ancillary works (land planning, water catchment, railways and highways, power stations storehouses, accommodations for personnel etc.);
- Technical assistance and training of personnel for operating the installations supplied

GEOMIN also supply mining equipment for open cast and underground exploitations as well as the equipment and machines necessary for dressing plants and non-ferrous metallurgy.

GEOMIN also provide for the oil extractions industry:

- Synthesis studies or the appraisal of oil and gas reservoirs;
- Exploration programmes;
- Geological surveys;
- Geophysical prospecting;
- Structural drilling;
- Drilling of exploration and development wells;
- Designs, deliveries; production facilities (tank farms, pipelines etc.)

MŰSZAKI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL INSTITUTULUI CENTRAL DE CERCETĂRI CHIMICE – BUCUREŞTI DIN MINISTERUL INDUSTRIEI CHIMICE şi al INSTITUTULUI DE CERCETARE ŞI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ŢIŢEI ŞI GAZE – CIMPINA DIN MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

VOL. XXIII, Nr. 4
aprilie 1972

CUPRINS

I. D. Pîrcălăbescu şi A. Strugaru: **Prezenţa unor elemente chimice în ţiţeiurile structurii Moreni — Gura Ocniţei** 191—198

G. Pârvu şi A. Burlacu: **Asupra prezenţei unei cute diapire în zona Grădişte—Românești (Depresiunea getică)** 199—203

Gorun Manolescu: **Determinarea cvrbelor intrinseci ale formaţiunilor argiloase, pe bază de date culese la suprafaţă în timpul forajului** 204—208

C. Moroşanu: **Proiectarea şi construcţia echipamentului de adîncime şi de suprafaţă pentru sondele utilizate în procesele termice** 209—217

Gh. Vidraşcu şi R. C. Ţunescu: **Studiul dezasfaltării uleiurilor reziduale** 218—220

T. Oroveanu, Gh. I. Bărbatu, F. Soheimat şi T. Engi: **Contribuţii la studiul separării produselor petroliere pompate succesiv pe conductă** 221—223

N. Puşcoiu şi I. Geangălă: **Rolul gazelor naturale în economia mondială** 224—229

M. Posea: **Cercetări asupra comportării garniturilor nemetalice ale îmbinărilor prin flanşe** 230—239

Cronică 240

Note tehnice 241—242

Documentare 242—244

Realizări din industrie 245—246

Informaţii tehnico-economice 246—248

COMITETUL DE REDACŢIE

Dr. Ing. Gh. ALDEA, redactor responsabil, dr. ing. Gh. DONŢOV — DANU, redactor responsabil adjunct, dr. ing. I. AVRAMESCU, ing. M. BUTUC, ing. V. COMAN, ing. V. COVRIG, ing. V. FILIP, ing. I. GEANGĂLĂ, conf. dr. ing. Gh. GEORGESCU, prof. dr. docent ing. Gr. IOACHIM, membru corespondent al Academiei R.S.R., ing. N. IOANESI, ing. M. LEU, ing. V. NICA, dr. geolog, D. PARASCHIV, chim. F. POPESCU, ing. V. POPESCU dr. ing. N. PUŞCOIU, dr. ing. I. ZÎRNĂ

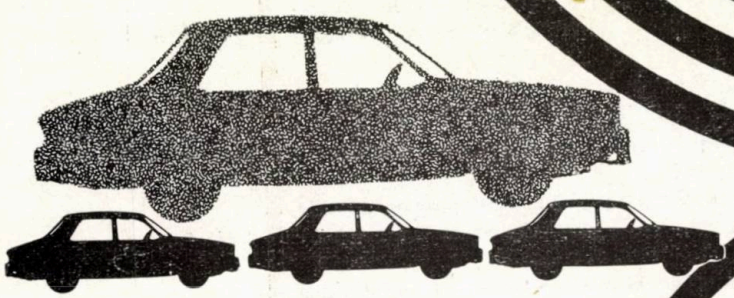
Redactor
ing. Aurelia Buricatu

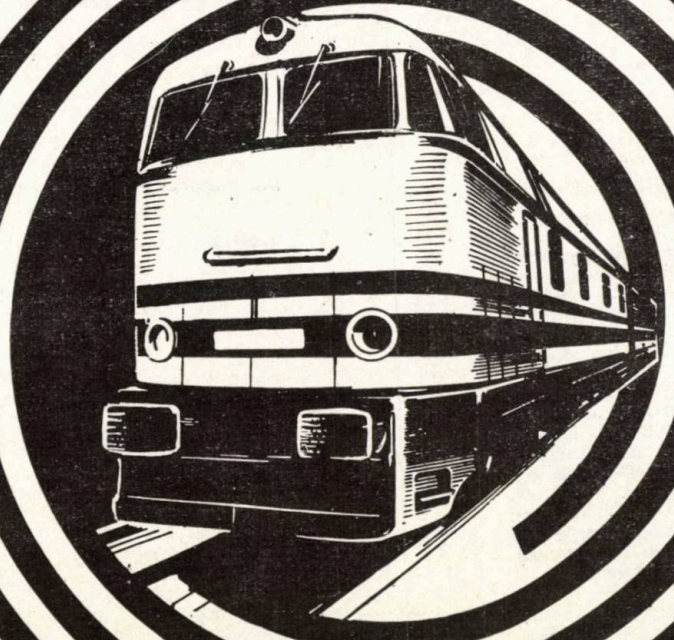
RAFINĂRIA TELEAJEN

Str. Mihai Bravu nr. 217
Telefon: 10700

Produce pentru export:

- uleiuri pentru motoare auto, în diverse sortimente și nivele de aditivare:
  SAE 10 W; SAE 10 W/30;
  SAE 20 W; SAE 20W/40;
  SAE 30; SAE 40 și SAE 50
- uleiuri pentru locomotive Diesel în sortimentele:
  DS 30
  DS 40
- Uleiuri pentru angrenaje auto:
  SAE 80 — EP
  SAE 90 — EP
  SAE 140 —EP





RAFINĂRIA TELEAJEN

Centrala industrială pentru prelucrarea țițeiului
PLOIEȘTI
Telex: 019 275
Telefon: 10 500

MŰSZAKI KÖNYVTÁR
MATEMATIKAI KÖZPONT
1883

CONTENTS

I. D. Pîrcălăbescu, A. Strugaru: **The Presence of Some Chemical Elements in the Crude Oils of the Moreni — Gura Ocniței Structure** 191—198

G. Pârvu, A. Burlacu: **Concerning the Presence of a Diapyrous Fold in the Grădiște — Românești Area (Gaetic Depression)** 199—203

Gorun Manolescu: **Determining the Intrinsic Curves of Argillaceous Formations Based on Data Gathered at Surface During Drilling** 204—208

C. Moroșanu: **Designing and Construction of Deep and Surface Equipment for Wells Used in Thermical Processes** 209—217

Gh. Vidrașcu, R. C. Țunescu: **A Study on Residual Oil Deasphaltizing** 218—210

T. Oroveanu, Gh. I. Bărbatu, F. Soheimat, T. Engi: **Contribution to the Separation Study of Oil Products Pumped Successively Through the Line** 221—223

N. Pușcoiu, I. Geangălă: **The Role of Natural Gases in World Economy** 224—229

M. Posea: **Research Concerning the Behaviour of Non-Metallic Gaskets for Flange Joints** 230—239

I. D. Pîrcălăbescu, A. Strugaru: **The Presence of Some Chemical Elements in the Crude Oils of the Moreni-Gura Ocniței Structure**

The spectral analysis of the semiquantitative emission of cokes indicates the presence in the crude oils of the deposits on the structure 25 chemical elements, some of which with a more important participation: Ni, V, Fe, Cu etc. and some others participating to a very small extent: Co, Rh, Rr, Re etc. By their participation, these chemical elements differenciate the crude oils both in the geological scale and within the same deposit in a zone.

Petrol și Gaze **23**, 1972, nr. 4 p. 191
D.C. 6656

G. Pârvu, A. Burlacu: **Concerning the Presence of a Diapyrous Fold in the Grădiște-Românești Area (Gaetic Depression)**

A diapyrous fold whose penetration core is exclusively constituted from an oligocenous, montmorillonitic clay, has been rendered obvious.

The existence of the fold is due to two causes:

— the compression stress produced by the Styric foldings and

— the charge of sediments deposited over the clay stratum.

It is considered that the fold formation took place in two different stages; during the first one, corresponding to the Burdigalian-Helvetian, it was the stress that acted, whereas during the second-post-helvetian- the action was from the gravitational forces determined by the charge of the new sediments deposited on the clay stratum.

Petrol și Gaze **23**, 1972, nr. 4, p. 199
D.C. 551.781.5

Gorun Manolescu: **Determining the Intrinsec Curves of Argillaceous Formations Based on Data Gathered at Surface During Drilling**

In order to calculate the specific weight of the drilling mud so as to ensure the stability of boreholes crossing argillaceous formations, it is necessary to dispose on the intrinsic curves of the rocks.

The aim of the present work is to present an analytical method of determining the intrinsic curves, on the basis of some data gathered at surface during drilling i. e. without stopping the technological process.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 4, p. 204
D.C. 552.982:622.24

C. Moroșanu: **Designing and Construction of Deep and Surface Equipment for Wells Used in Thermical Processes**

During the exploitation of the deposits by thermic methods, the equipment of combustion and reaction wells is particularly strained.

The strains of the deep or surface equipment are due to thermic dilatations, electrogalvanic aggression or deterioration of installations under the action of O_2, H_2S, CO_2, NO_2 etc. resulting from the combustion processes.

In such conditions, it is necessary to provide an adequate construction for the wells exploited by thermic methods in view of the strains to which the deep and surface equipment is subject.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 4, p. 209
D.C. 622.24,05

Gh. Vidrașcu, R. C. Țunescu: **A Study on Residual Oil Deasphaltizing**

The conditions in which the elimination by adsorption of the compounds with asphaltic character from the semitar obtained in refinery leads to the obtention of oils similar with those resulting from the industrial deasphaltizing of semitar with propane. The ratio bleaching earth/ semitar is 5/1. The method can be used for establishing previously, in laboratory, the results which will be obtained in the industrial installation for propane deasphaltizing.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 4. p. 213
D.C. 665.637.86

T. Oroveanu, Gh. I. Bărbatu, F. Soheimat, T. Engi: **Contribution to the Separation Study of Oil Products Pumped Successively Through the Line**

The results are given of experiments carried out with a separation plug of oil products pumped successively through the conduit. The tests performed for separating two gas-oils of different colours (3.1/2 — Union and 12.1/2 + Union) indicate a good efficiency of the device suggested.

The interpretation of the results is made by means of some mixture indexes and linearization rules.

Petrol și Gaze **23**, 1972, nr. 4, p. 221
D.C. 622.692,4

СОДЕРЖАНИЕ

И. Д. Пыркэлэбеску, А. Стругару: **Присутсвие ряда химических элементов в нефтях структуры Морень-Гура Окницей** 191—198

Г. Пырву, А. Бурлаку: **О присутствии диапировой складки в зоне Грэдиште-Ромынешть (Гетская депрессия)** 199—203

Горун Манолеску: **Определение кривых присущих глинистым формациям, на основании данных собранных на поверхности во время бурения** 204—208

К. Морошану: **Проектирование и конструкция оборудования для скважин используемых в термических процессах** 209—217

Г. Видрашку, Р. К. Цунеску: **Изучение обесасфальтирования остаточных масел** 218—220

Т. Оровяну, Г. И. Бэрбату, Ф. Зохаймат, Т. Енжи: **К вопросу изучения отделения нефтяных продуктов при постепенном накачивании по трубопроводам** 221—223

Н. Пушкою, Л. Джагэлэ: **Роль природных газов в мировом хозяйстве** 224—229

М. Пося: Исследования относительно поведения неметаллических гарнитур для фланцевых соединений. 230—239

И. Д. Пыркэлэбеску, А. Стругару: **Присутствие ряда химических элементов в нефтях структуры Морень-Гура Окницей.**

Спектральный полуколичественный анализ выделения коксов указывает на присутствие в нефтях залежей этой структуры 25 химических элементов из которых Ni, V, Fe, Cu и т.д. в большом количестве и Co, Rh, Ru, Re ит. д. в очень малых количествах. Своим присутствием эти химические элементы дифференциируют нефти, как в геологической шкале, так и зонально в рамках одной и той же залежи.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 4, p. 191
Д.К. 655.6

Г. Пырву, А. Бурлаку: **О присутствии диапировой складки в зоне Грэдиште-Ромынешть (Гетская депрессия).**

В центральной части Гетской депрессии, в зоне Грэдиште—Ромынешть, выявили диапировую складку у которой ядро прорыва состоит исключительно из монтмориллонитового-олигоценового глинозема. Существование этой складки объясняется двумя причинами: напряжение при сжимании стирических складок и нагрузке осадков отложенных на глинистом слое. Считают что образование сладки призошло в двух различных этапах времени; в первом этапе, соответствующему бурдугалиану-гельветическому ярусам, действовало напряжение; а во втором этапе, после гельветического, действовали силы тяготения вызванные нагрузкой новых осадков на глинистый слой.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 4, p. 199
Д.К. 551.781.5

Горун Манолеску: **Определение кривых присущих глинистым формациям, на основании данных собранных на поверхности во время бурения**

Для вычисления удельного веса бурового раствора который обеспечивал бы устойчивость стволов скважины которые проходят через глинистые формации, необходимо располагать кривой присущей пересекаемым породам. Цель настоящей работы состоит в том что бы показать аналитический метод определения присущих кривых, на основании ряда данных собранных во время поверхностного бурения, т.е. без остановки технологического процесса.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 4, p. 204
Д.К. 552.982:622.24

К. Морошану: **Проектирование и конструкция оборудования для скважин используемых в термических процессах.**

Во время эсплуатаций залежей термическими методами, оборудование горения и реакций скважины подвергается большой нагрузке. Нагрузки на глубокое или поверхностное оборудование происходят благодаря термическому расширению, электрогальванической агресии, или повреждению установок под действием O_2, H_2S, CO_2, NO_2 и т.д. получаемых в результате процесса сгорания. В этих условиях требуется конструкция соответствующая скважинам эксплуатируемых термическими методами, с учетом нагрузок которым подвергается поверхностное и глубокое оборудование.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 4, p. 209
Д.К. 622.24.05

Г. Видрашку, Р. К. Цунеску: **Изучение обесасфалтирования остаточных масел.**

Установили условия в которых удаление путем поглощения составных асфальтового характера из полугудрона, полученного при переработке нефти, приводит к получению масел подобных тем которые получаются при промышленном обесасфальтировании полугудрона, с пропаном. Пропорция обесцвеченный глинозем /полугудрон равна 5/ 1. Этот метод можно применять для того что бы установить предварительно, в лаборатории, результаты которые получаются в промышленной установке по обесасфальтированию пропаном.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 4, p. 218
Д.К. 665.637. 86

Т. Оровяну, Г. И. Бэрбату, Ф. Зохаймат, Т. Енжи: **К вопросу изучения отделения нефтяных продуктов при постепенном накачивании по трубопроводам**

В работе излагаются результаты испытания пробки по отделению нефтяных продуктов накачиваемых постепенно по трубопроводу. Испытания проведенные по отделению двух газойлев различного цвета (3.1/2 — Юнион и 12.1/2 + Юнион) показывают хорошие результаты созданной установки. Объяснение результатов проводится при помощи ряда смесительных показателей и правил линиаризирования.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 4, p. 221
Д.К. 662.692.4

INHALT

I. D. Pîrcălăbescu, A. Strugaru: **Vorhandensein einiger chemischen Elemente in den Erdölen der Struktur Moreni — Gura Ocniței** 191—198

G. Pârvu, A. Burlacu: **Über das Vorhandensein von Diaphyrfalten im Gebiet Grădiște—Românești (Getische Depression)** 199—203

Gorun Manolescu: **Bestimmung der inneren Kurven tonhaltiger Formationen auf Grund der, an der Oberfläche während des Bohrens gesammelten Daten** 204—208

C. Moroșanu: **Entwicklung und Bau der Ausrüstungen für die, in Wärmeprozessen verwendeten Sonden** 209—217

Gh. Vidrașcu, R. C. Țunescu: **Untersuchung der Entasphaltierung von Altölen** 218—220

T. Oroveanu, Gh. I. Bărbatu, F. Soheimat, T. Engi: **Beiträge zum Studium der Trennung sukzessiv in Leitungen gepumter Erdölerzeugnisse** 221—223

N. Pușcoiu, I. Geangălă: **Rolle der Erdgase in der Weltwirtschaft** 224—229

M. Posea: **Untersuchungen in bezug auf des Verhalten nichtmetallischer Dichtung für Flanschverbindungen** 230—239

I. D. Pîrcălăbescu, A. Strugaru: **Vorhandensein einiger chemischen Elemente in den Erdölen der Struktur Moreni — Gura Ocniței**

Die halbquantitative Emissionsspektralanalyse des Kokses zeigt das Vorhandensein von 25 chemischen Elementen in der Erdölen der Lagerstätten einer Struktur. Einige dieser Elemente, wie Ni, V, Fe, Cu u. a. weisen eine grössere Häufigkeit auf, andere, wie Co, Rh, Ru, Re u. a. sind in sehr geringen Anteilen vorhanden.

Durch ihr Vorhandensein differenzieren diese chemischen Elemente die Erdöle sowohl im geologischen als auch zonalen Rahmen innerhalb der gleichen Lagerstätte.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 4, p. 191
D.K. 665.6

G. Pârvu, A. Burlacu: **Über das Vorhandensein von Diaphyrfalten im Gebiet Grădiște-Românești (Getische Depression)**

Im Zentralteil der Getischen Depression, im Gebiet Grădiște-Românești wurde eine Diaphyrfalte ermittelt, dessen Durchbruchkern ausschliesslich aus einem montmoryllonitischen, oligozänen Ton gebildet ist.

Zwei Ursachen haben den Ursprung dieser Falte bewirkt: der Kompressions-Stress durch die Bildung der styrischen Falten und der Druck des Sedimentgesteins auf den Tonschicht.

Es wird angenommen, dass die Faltenbildung in zwei zeitlich unterschiedlichen Etappen stattgefunden hat. In der Etappe, die der burdigalisch-helvetischen Periode entspricht, wirkte der Stress, in der posthelvetischen Etappe wirkten gravitationelle Kräfte, die durch die Belastung der neuen, über der Tonschicht gelagerten Sedimentationen ausgelöst wurden.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 4, p. 199
D.K. 551.781.5

Gorun Manolescu: **Bestimmung der inneren Kurven tonhaltiger Formationen auf Grund der, an der Oberfläche während des Bohrens gesammelten Daten**

Für die Berechnung des spezifischen Gewichts des Bohrschlamms, der die Stabilität der Bohrlöcher, die tonhaltige Schichten durchqueren gewährleisten soll ist die Bestimmung der inneren Kurven des Gesteine notwendig.

Der Verfasser beschreibt eine analytische Bestimmungsmethode der inneren Kurven auf Grund einiger Daten, die während der Bohrung an der Oberfläche, das heisst ohne Unterbrechung des technologischen Prozesses, gesammelt werden können.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 4, p. 204
D.K. 552.932.622.24

C. Moroșanu: **Entwicklung und Bau der Ausrüstungen für die, in Wärmeprozessen verwendeten Sonden**

Während der Ausbeutung der Lagerstätten durch Wärmeverfahren, ist die Ausrüstung der Brenn-und Reaktionssonden einer besonderen Belastung ausgesetzt.

Diese Belastung der Tief-und Oberflächenausrüstung beruht auf der Wirkung der Wärmeausdehnung, der elektrogalvanischen Aggression oder der Korrosion der Anlagen durch O_2, H_2S, CO_2, NO_2 usw, die bei der Verbrennung anfallen.

Unter diesen Bedingungen ist für diese Art von Sonden eine besondere Bauweise notwendig, die den Belastungen, denen die Tief-und Oberflächenausrüstungen ausgesetzt sind, entspricht.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 4, p. 209
D.K. 622.24.05

Gh. Vidrașcu, R. C. Țunescu: **Untersuchung der Entasphaltierung von Altölen**

Es wurden die Bedingungen festgelegt, unter denen die Adorbtionsbeseitigung der asphaltischen Bestandteile aus dem, in der Raffinerie gewonnenen Halbteere zur Erzielung gleicher Öle führt, wie bei der industriellen Entasphaltierung des Halbteers mit Propan. Das Verhältnis Bleicherde/Halbteer beträgt 5/1. Die Methode kann dafür verwendet werden im Laboratorium die Ergebnisse vorauszubestimmen, die in einer Industrieanlage für Entasphaltierung mit Propan erzielt werden.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 4, p. 218
D.K. 665.637.86

T. Oroveanu, Gh. I. Bărbatu, F. Soheimat, T. Engi: **Beiträge zum Studium der Trennung sukzessiv in Leitungen gepumpter Erdölerzeugnisse**

Die Arbeit umfasst die Ergebnisse der Testung eines Trennungspropfens für Erdölerzeugnisse, die sukzessiv in Leitungen gepumpt werden. Die Versuche bei der Trennung von zwei Dieselölen verschiedener Farbe (3.1/2 — Union und 12.1/2 + Union) bestätigten die gute Wirkung deser Vorrichtung.

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte mit Hilfe einiger Gemisch-Kennzahlen und einiger Linearisierungsregeln.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 4, p. 221
D.K. 622.692.4

SOMMAIRE

I. D. Pîrcălăbescu, A. Strugaru: **La présence de certains éléments chimiques dans les bruts de la structure Moreni — Gura Ocniței** 191—198

G. Pârvu, A. Burlacu: **Au sujet de la présence d'un pli diapyre dans la zone Grădiște — Românești (Dépression Gétique)** 199—203

Gorun Manolescu: **Détermination des courbes intrinsèques des formations argileuses sur la base de données recueillies à la surface durant le forage** 204—208

C. Moroșanu: **L'établissement des projets et la construction de l'équipement de profondeur et de surface pour les sondes utilisées dans les processus thermiques** 209—217

Gh. Vidrașcu, R. C. Țunescu: **Etude du désasphaltage des huiles résiduelles** 218—220

T. Oroveanu, Gh. I. Bărbatu, F. Soheimat, T. Engi: **Contributions à l'étude de la séparation des produits pétroliers pompés succesivement sur la conduite** 221—223

N. Pușcoiu, I. Geangălă: **Le rôle des gaz naturels dans l'économie mondiale** 224—229

M. Posea: **Recherches sur le comportement des garnitures non-métalliques pour joints à bride** 230—239

I. D. Pîrcălăbescu, A. Strugaru: **La présence de certains éléments chimiques dans les bruts de la structure Moreni — Gura Ocniței**

L'analyse spectrale d'émission semi-quantitative des cokes indique la présence dans les bruts des gisements sur la structure de 25 éléments chimiques dont certains ayant une participation plus importante: Ni, V, Fe, Cu etc. et d'autres, une participation extrêmement réduite: Co, Rh, Ru, Re etc.

De par leur participation, ces éléments chimiques différencient les bruts autant à l'échelle géologique que sur le plan zonal, dans le cadre du même gisement.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 4, p. 191
C.D. 665.6

G. Pârvu, A. Burlacu: **Au sujet de la présence d'un pli diapyre dans la zone Grădiște-Românești (Dépression Gétique)**

Dans la zone Grădiște-Românești, située dans la partie centrale de la Dépression Gétique, on a mis en évidence un pli diapyre dont le noyau de percement est constitué en exclusivité par une argile montmorillonitique, oligocène. Le pli doit son existence à deux causes:

— le stress de compression produit par les plissements styriques et

— la charge des sédiments déposés sur la couche d'argile.

On considère que la formation du pli a eu lieu à deux étapes différentes; au cours de la première, correspondant au Burdigalien-Helvétien, c'est le stress qui a agi, alors que, durant la seconde, post-helvétienne, ont agi les forces gravitationnelles déterminées par la charge des sédiments nouveaux déposés sur la couche d'argile.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 4, p. 199
C.D. 551.781.5

Gorun Manolescu: **Détermination des courbes intrinsèques des formations argileuses sur la base de données recueillies à la surface durant le forage**

Afin de calculer le poids spécifique de la boue de forage, capable d'assurer la stabilité des trous de sonde qui traversent des formations argileuses, il est nécessaire de disposer des courbes intrinsèques des roches.

Le but du présent ouvrage est de proposer une méthode analytique pour déterminer les courbes intrinsèques, sur la base de certaines données recueillies, durant le forage, à la surface, donc sans arrêt du processus technologique.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 4, p. 204
D.C. 552.982: 622.24

C. Moroșanu: **L'établissement des projets et la construction de l'équipement de profondeur et de surface pour les sondes utilisées dans les processus thermiques**

Durant l'exploitation des gisements par des méthodes thermiques, l'équipement des sondes de combustion et réaction est sollicité de façon toute particulière.

Les sollicitations des équipements de profondeur ou de surface sont dues à des dilatations thermiques, à l'agression électro-galvaniqus ou à la détérioration des installations sous l'action de $l'O_2$, du H_2S du CO_2 du NO_2 etc., résultés des processus de combustion.

Dans ces conditions, il est nécessaire de réaliser une construction adéquate pour les sondes exploitées par les méthodes thermiques, connaissant les sollicitations auxquelles l'équipement de surface et de profondeur se trouve soumis.

Petrol și Gaze **23**, 1972, nr. 4, p. 209
C.D. 622.24.05

Gh. Vidrașcu, R. C. Țunescu: **Etude du désasphaltage des huiles résiduelles**

On a établi les conditions dans lesquelles l'élimination par adsorption des composés à caractère asphaltique du semi-goudron, obtenu en raffinerie, conduit à l'obtention d'huiles similaires à celles résultées du désasphaltage industriel du semi-goudron, au propane. Le rapport terre décolorante/semi-goudron est de 5/1. La méthode peut être utilisée pour établir préalablement, au laboratoire, les résultats qui seront obtenus dans l'installation industrielle de désasphaltage au propane.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 4, p. 218
C.D. 665.637.86

T. Oroveanu, Gh. I. Bărbatu, F. Soheimat, T. Engi: **Contributions à l'étude de la séparation des produits pétroliers pompés successivement sur la conduite**

On expose les résultats de l'expérimentation d'un bouchon de séparation des produits pétroliers pompés successivement sur la conduite. Les essais effectués lors de la séparation de deux gasoils de couleurs différentes (3.1/2 — Union et 12.1/2 + Union) révèlent une bonne efficacité du dispositif conçu.

L'interprétation des résultats a été effectuée à l'aide de certains indices de mélange et règles de linéarisation.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 4, p. 221
C.D. 622.692.4

Prezenţa unor elemente chimice în ţiţeiurile structurii Moreni — Gura Ocniţei

I. D. Pîrcălăbescu şi A. Strugaru

Ţiţeiurile structurii Moreni—Gura Ocniţei au făcut obiectul multor studii fizico-chimice de-a lungul îndelungatei exploatări a zăcămintelor din această zonă [3, 9].

Prezenţa unor elemente chimice în cîteva ţiţeiuri din această structură a fost pusă în evidenţă de lucrările [11, 12, 13], dincare s-au extras datele menţionate în tabela 1.

Prezentul articol îşi propune un studiu mai detaliat referitor la participarea unor elemente chimice în ţiţeiurile zăcămintelor în exploatare din această structură, cu scopul de a observa prin prisma participării acestor elemente, existenţa unor diferenţieri între ţiţeiuri, care să complementeze diferenţierile puse în evidenţă anterior [3].

Au fost luate în studiu 30 de ţiţeiuri aparţinînd tuturor complexelor productive din structura Moreni—Gura Ocniţei, căutîndu-se să se cuprindă întreaga suprafaţă productivă, atît din flancul sudic — principala arie în exploatare — cît şi din flancul nordic. S-au recoltat probe din zonele marginale, dinspre contactul cu apele de sinclinal ale celor două flancuri, precum şi din zona mediană a structurii.

Ca metodă de determinare a elementelor chimice prezente în ţiţeiurile recoltate s-a folosit analiza spectrală semicantitativă de emisie a cocsurilor obţinute din aceste probe. Metoda prezintă unele limitări [7]; s-a folosit totuşi, apreciindu-se că pentru economicitatea sa şi consumul de timp este adecvată studiului geologic şi fizico-chimic întreprins.

Probele au fost recoltate de la capetele de pompare ale sondelor. S-au separat ţiţeiurile de apele de zăcămînt, pentru acele probe din strat la care cele două fluide veneau în amestec, ţiţeiul fiind filtrat pentru a îndepărta particulele minerale care ar altera datele analizei spectrale de emisie. Ţiţeiurile au fost distilate la 280—300°C, iar reziduul obţinut a fost supus cocsării la o temperatură de 400°C, timp de 6 ore, în aparatul Conradson. Desigur acest mod de obţinere a cocsului a putut permite unele pierderi prin volatilizarea şi prin antrenarea unor elemente chimice, în primul rînd a nichelului şi a vanadiului, asociaţi de porfirinele volatile prezente în aceste ţiţeiuri [11, 12]. Totuşi pentru latura sa economică şi consumul de timp metoda poate fi utilizată [6].

Participarea procentuală a cocsului, în raport cu masa de ţiţei supusă distilării, este indicată în tabela 2. Cocsul obţinut, mojarat la dimensiuni $< 0{,}1$ mm, a fost supus arderii în electrozi de grafit avînd următoarele dimensiuni: diametrul exterior 5 mm, diametrul interior 4 mm, adîncimea orificiului 4,5 mm. Condiţiile arderii au fost: curent alternativ, intensitatea 10 A, timp de expunere 4 min, diafragma 2 mm, fanta 0,006 mm. S-au utilizat plăci spectrale Gevaert-Scienţia 31D65. Spectrograful I.S.P. 22 a permis identificarea liniilor spectrale din domeniul $\lambda = 2\,479{,}776$ Å (pentru fier); $\lambda = 3\,498{,}942$ Å (pentru ruteniu). Intensitatea liniilor spectrale s-a determinat la microfotometrul Zeiss.

Elementele chimice identificate sînt indicate în figura 1 şi în tabela 2, prin liniile spectrale

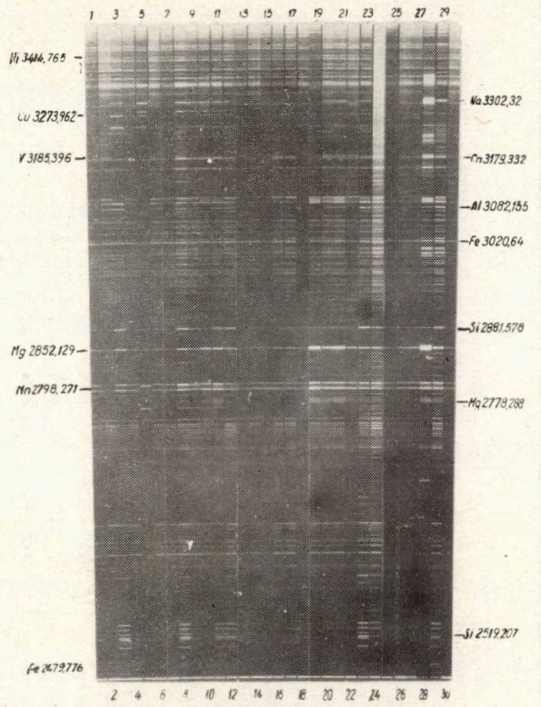


Fig. 1.

cele mai caracteristice, care permit estimările semicantitative ale participării elementelor, folosind [8] parametrul $I_l - I_f$ (tabela 2) şi indicaţiile literaturii de specialitate [1, 2, 4, 5, 10, 15, 16]. Limita superioară a participării elementelor chimice este indicată prin prezenţa liniilor spectrale de intensitate redusă, cert reperate în spectrogramă, folosind tabela de

TABELA 1

Nr. crt.	Seria geologică	Etajul geologic	Complexul productiv	Sonda nr.	Adîncimea m	Localitatea	Poziția față de masivul de sare	Clasificarea Carpatica								
								Indicii structurali			Indicii de calitate				Clasa	Grupa
								c_P	c_N	c_A	c	r	s	d		
1		levantin	superior	10Pr.	277—283	G.O	ZCATS	48	35	17	<2	19	<0,5	31	N.A.	NC.R.NS.
2		levantin	bazal	247 Pr.	573—579	G.O	ZCATS	55	29	16	<2	13	<0,5	35	P.N.A.	NC.R.NS.
3		dacian	superior	49 P.R.	448—521	M	ZM	48	37	15	<2	21	<0,5	22	N.A.	NC.R.N.S.
4		dacian	superior	36 S.I	383—390	G.O	ZM	54	31	15	<2	13	<0,5	36	P.N.A.	NC.R.N.S.
5		dacian	stratul gros Ia	111 S.II	737—745	G.O	ZM	42	40	18	<2	19	<0,5	26	N.A	NC.R.N.S.
6		dacian	stratul gros I + II	411 Cc	571—616	G.O	ZCATS	52	32	16	<2	14	<0,5	42	P.N.A.	NC.R N.S.
7		dacian	intermediar	18 Pr.	897—902	G.O	ZCATS	51	32	17	<2	18	<0,5	34	P.N.A.	NC.R.N.S.
8		dacian	moreni	303 AR	655—684	M	ZM	50	32	18	<2	14	<0,5	34	P.N.A.	NC.R.NS.
9		dacian	moreni	352 SRP	678—703	M	ZM	50	32	18	1,0	14	<0,5	34	P.N.A.	NC.R.NS.
10		dacian	moreni	7 SR	826—838	G.O	ZM	48	36	16	<2	21	<0,5	26	N.A.	NC.R.NS.
11		dacian	dräder	306 AR	693—722	M	ZM	55	32	13	<2	18	<0,5	36	P.N.A.	NC.R.NS.
12		dacian	dräder I+ +II+III	712 SRP	782—839	M	ZM	59	27	14	2	13	<0,5	34	P.N.A.	C.R.NS.
13		dacian	dräder I+II	313 S II	892—936	G.O	ZM	47	34	19	<2	18	<0,5	29	N.A.	NC.R.NS.
14		meoţian	I fl. nordic	74 AR	860—875	M	ZM	65	25	10	4	12	<0,5	30	P.N.	C.R.NS.
15		meoţian	I	509 Cc	1548—1567	G.O	ZCATS	69	21	10	9	12	<0,5	25	P.N.	C.R.NS.
16		meoţian	I+II fl. nordic	1 Un	954—979	M	ZM	69	18	13	>2	8	<0,5	31	P.N.A.	C.UR.NS
17		meoţian	III a+b	787 Cc	1858—1871	G.O	ZCATS	68	20	12	9	7	<0,5	34	P.N.A.	C.UR.NS.
18		meoţian	III a+b+c	305 RA	1895—1926	M	ZCATS	68	20	12	7	9	<0.5	33	P.N.A.	C.UR.NS.
19		meoţian	III d	764 Cc	1900—1905	G.O	ZCATS	69	19	12	8	7	<0,5	33	P.N.A.-,	C.UR.NS.
20	miocen	helveţian	flanc sudic	702 P.M	1690—1764	M	ZCATS	69	20	11	>2	10	<0,5	29	P.N.A.	C.R.NS.
21		helveţian	flanc sudic	709 P.M	1630—1676	M	ZCATS	70	19	11	7	10	<0,5	31	P.N.A.	C.R.N.S

								Conţinutul elementelor chimice în ţiţei, în p.p.m. [11]						Conţinutul de porfirine [12]	
								Ni	V	Fe	Cu	Co	Cd	în p.p.m.	porfirina predominantă
22	pliocen	levantin	—	107 AR	239—335	M	ZM	10,686	1,187	30,8	0,304	44,89	urme	729	filo
23		dacian	stratul gros II	359 MFC	306—366	M	ZM	15,844	1,608	20,2	0,394	—	urme	844	filo
24		dacian	dräder	711 SRP	707—720	M	ZM	12,722	1,353	18,4	0,388	—	0,198	316	filo+etio

ELEMENTELE CHIMICE

Tabela 2

Nr. crt.	Localitatea	Etajul geologic	Complexul productiv	Sonda Nr.	Adîncimea de la care s-a extras țițeiul în m	Poziția față de masivul de sare	Cocs % față de țiței	Ni								V				
								λ = 3414,765 Å	λ = 3050,819 Å	λ = 3101,55 Å	λ = 3012,0 Å	λ = 3101,88 Å	λ = 3037,94 Å	λ = 3080,755 Å	λ = 3099,115 Å	λ = 3185,396 Å	λ = 3102,299 Å	λ = 3118,383 Å	λ = 2908,82 Å	λ = 2891,64 Å
								PARAMETRUL SPECTRAL $I_t - I_f$												
1	G.O	Leventin	MED.	268 PM	316—354	ZM	4,9	71,0	18,1	19,4	6,9	3,2	1,3	—	—	2,2	2,1	2,1	—	—
2	M		SUPER	57 PR	200—209	ZM	5,0	153,2	87,1	78,4	44,8	17,2	13,7	3,5	—	52,5	44,2	40,4	36,2	6,3
3	M		BAZAL	55 Col	220—372	ZM	0,3	28,1	4,8	4,1	3,7	3,4	2,0	—	—	3,1	3,0	—	—	—
4	M	DACIAN	ST.GROS	30 PR	112—172	ZM	4,1	142,2	64,5	63,5	63,9	23,6	18,7	1,0	—	13,5	13,1	12,8	12,8	1,2
5	M		MORENI	108 Col	564—624	ZM	2,7	74,3	23,3	20,1	18,7	7,6	5,0	1,0	—	5,9	5,0	2,3	—	—
6	M		MORENI	366 MB	830—842	ZM	4,0	174,3	102,9	89,2	69,0	40,6	39,1	4,0	—	19,8	18,8	18,7	12,2	1,9
7	M		DRĂDER I	17 Col	836—864	ZM	2,8	149,4	76,2	75,9	43,0	35,8	25,1	2,5	—	14,9	14,6	14,4	11,5	2,8
8	M		DRĂDER I	723 SRP	1051—1055	ZCATS	2,5	215,2	142,0	139.0	102,6	96,0	86,4	9,5	1,0	71,7	67,0	50,9	37,5	3,3
9	M		DRADER II	379 MP	788—793,5	ZM	2,1	146,5	87,5	80,3	56,8	51,4	33,5	1,5	—	9,5	8,8	5,5	2,0	—
10	M		DRĂDER II	384 MP	867—874	ZM	2,7	139,3	65,0	60,5	36,6	33,0	23,9	1,5	—	19,2	17,3	13,2	3,7	—
11	G.O		DRĂDER III	626 Cc	940—948	ZCATS	2,2	147,7	75,8	49,1	49,1	47,2	29,8	3,5	—	17,1	14,3	7,5	2,0	—
12	G.O		DRĂDER III	933MP	656—662	ZM	1,5	177,1	103,5	93,2	69,9	57,4	54,6	4,5	—	17,1	16,5	7,5	3,8	—
13	G.O		DRĂDFR III	437 Cc	1011—1016	ZM	3,9	88,8	25,4	25,4	11,1	5,8	6,5	—	—	5,7	5,9	5,5	4,5	—
14	G.O		DRĂDER III	803MP	896—906	ZM	7,1	98,8	37,8	35,2	17,0	10,8	10,6	—	—	6,0	5,4	5,0	4,2	—
15	M		BRĂDER III	55 MPC	995—1001	ZM	2,5	119,5	51,2	46,2	22,5	21,8	13,9	—	—	6,5	6,4	6,4	3,6	—
16	M		BRĂDER III	753SRP	1085—1092	ZCATS	2,4	167,5	111,9	105,7	78,2	76,2	57,6	6,0	—	25,2	24,7	22,8	9,7	—
17	M		DRĂDER III	756SRP	1153—1160,5	ZCATS	3,1	190,3	125,7	121,3	91,9	83,3	68,6	7,0	—	59,4	56,5	52,1	27,0	3,6
18	G O	MEOTIAN	I	580 MP	1538—1548	ZM	3,3	21,6	6,1	1,5	—	—	—	—	—	5,0	4,8	—	—	—
19	M		I	73 MP	1592—1597	ZCATS	3,1	178,0	131,1	112,1	88,6	80,1	62,3	6,0	1,0	47,4	46,0	34,1	18,0	2,7
20	M		I	710SRP	1666—1670	ZCATS	4,5	192,0	151,0	146,0	120,0	116,0	106,1	19,0	5,5	108,8	103,5	75,0	44,5	8,0
21	M		II	342^bMPC	1636—1642,	ZCATN	3,3	189,6	133,4	128,4	93,3	89,4	79,3	7,5	2,5	99,3	97,8	64,9	33,5	5,3
22	M		Interm	3SR	1071—1074,	ZCATN	3,0	145,8	86,4	78,0	50,2	46,0	33,2	3,0	—	68,6	64,4	59,6	54,0	10,2
23	G.O		III a + b	787 Cc	1858—1871	ZCATS	1,0	160,4	114,5	114,8	82,0	$68,0^0$	69,7	7,5	—	40,8	42,8	26,7	10,8	1,8
24	G.O		III a + b	661Cc	1976—1990	ZCATS	0,9	156,0	134,0	115,0	110,8	75,0	98,0	14,5	5,0	82,5	84,0	57,4	42,4	8,3
25	G.O		III a+b+c	806^b MPC	1878—1904	ZCATS	1,1	63,9	14,2	15,4	5,1	7,2	4,0	—	—	3,2	3,2	2,2	—	—
26	M		III a + b	315 RA	1909—1944	ZCATS	1,2	80,0	33,5	31,9	12,5	14,7	11,3	—	—	46,7	37,2	19,5	9,2	1,6
27	M		IIIa	456 CM	1955—1966	ZCATS	2,9	86,4	58,5	56,6	31,3	34,0	81,7	2,0	—	9,8	9,6	9,7	5,6	—
28	M	Helvetian	Fl.nordic	1001 MPC	856—866	ZCATN	2,3	31,4	8,8	9,4	3,8	3,5	25,1	—	—	63,6	42,9	23,5	1,8	—
29	M		Fl.sudic	1002MPC	1606—1754	ZCATS	3,3	157,0	92,7	77,3	49,1	35,8	96,2	4,5	—	66,8	47,1	26,6	2,8	1,9
30	M		Fl. sudic	702PM	1690—1764	ZCATS	2,0	76,6	29,9	25,7	11,5	42,1	7,5	—	—	15,4	16,8	12,9	5,1	—
Parametrii liniilor spectrale după:							[15]	U_1	I	I	I	I	I	I	I	U_2	v_2	v_4	II	II
Intensitatea liniei spectrale după:							[15]	1000R	1000R	1000R	800R	400R	800R	200	200	500R	300R	200R	.70R	40
							[5]	9	9	9	—	—	9	—	—	9	8	7	—	—
							[10]	9	9	7	8	7	8	6	5	7	9	7	8	6
Estimarea participării procentuale după:							[4]	0,001	— 0,01	—	—	—	—	—	—	— 0,2	—	0,003	—	—
							[2]	—	— 0,6	—	—	—	—	—	—	— 0,6	—	—	—	—
							[16]	—	0,01 — 1,0	0,001 — 0,01	—	—	—	—	—	0,005 — 0,05	—	—	—	—
							[5]	0,001 — 0,003	0,001 — 0,003	0,001 — 0,03	0,01 —	0,03 —	0,001 —	0,1	0,3	0,001 — 0,03	0,003	0,01 — 0,03	0,01	0,1
Estimarea conținutului elementelor chimice în țițeiurile analizate, în p.p.m.								10	—	—	—	—	—	—	135	0,6	—	—	—	25

Nr. crt.	Fe		Mn		Ca		Mg	Cu	Sr	Cd		Co	B		Zn	
	λ = 3020,44 Å	λ = 2479,776 Å	λ = 2798,271 Å	λ = 2576,104 Å	λ = 3179,332 Å	λ = 3181,275 Å	λ = 2778,288 Å	λ = 3273,962 Å	λ = 3464,457 Å	λ = 3466,201 Å	λ = 3467,656 Å	λ = 3453,505 Å	λ = 2497,733 Å	λ = 2496,778 Å	λ = 3345,02 Å	λ = 2608,64 Å
1	153,6	18,9	13,0	—	135,6	25,2	4,4	26,1	7,3	14,5	9,0	5,2	—	—	18,4	—
2	192,6	51,2	6,5	—	129,6	21,6	7,5	27,4	21,0	20,0	14,5	24,5	—	—	46,9	—
3	197,6	44,5	64,8	18,9	165,6	40,0	15,1	231,8	18,0	17,0	13,0	9,2	—	—	162,7	—
4	167,6	31,4	2,4	—	77,6	5,3	4,3	14,6	14,0	15,0	11,0	12,8	—	—	91,0	—
5	113,6	21,6	—	—	8,5	—	—	198,1	11,7	16,0	12,0	8,9	—	—	207,3	21,8
6	182,6	37,6	5,2	—	149,6	24,8	5,8	32,6	18,3	18,0	17,0	41,7	—	—	144,4	—
7	62,0	34,2	11,7	—	80,5	8,9	4,3	15,6	18,0	14,0	10,0	17,0	—	—	12,1	—
8	207,0	75,2	88,8	17,6	229,0	164,0	41,1	143,6	31,2	22,0	11,0	78,3	11,1	4,4	207,3	22,1
9	169,0	30,8	37,8	—	199,0	99,0	19,2	133,1	15,0	16,0	12,0	14,8	6,4	1,9	207,3	17,9
10	77,0	95,2	9,7	—	219,0	149,0	44,2	187,7	19,0	17,0	14,0	11,8	—	—	207,3	22,0
11	161,0	21,4	76,8	4,6	219,0	149,0	72,7	162,7	36,7	17,0	15,0	12,0	10,4	2,4	207,3	24,5
12	187,0	49,2	82,3	2,9	194,0	93,0	35,2	187,7	20,2	19,0	13,0	8,2	13,8	4,2	147,3	—
13	112	12,4	—	—	38,9	4,3	—	35,0	11,4	11,0	10,0	4,8	—	—	102,3	—
14	147,0	12,4	5,6	—	113,9	20,0	—	33,4	24,0	18,0	17,0	10,8	—	—	29,6	—
15	84,0	8,3	—	—	13,7	4,5	—	19,9	11,6	14,0	12,0	13,5	—	—	5,5	—
16	73,0	8,2	9,7	—	193,9	86,9	8,0	51,4	15,4	13,0	9,0	27,4	—	—	9,4	—
17	192,0	50,2	16,9	—	198,9	100,9	11,0	51,1	17,2	15,0	10,0	45,9	—	—	196,	—
18	23,5	9,2	—	—	68,3	11,4	—	54,9	19,6	21,0	16,0	9,3	8,8	2,8	15,5	—
19	171,2	34,7	57,3	—	128,1	3,7	137,	108,9	12,0	11,0	8,0	8,7	55,8	22,8	53,3	—
20	192,7	45,3	48,7	—	183,1	69,6	76,8	53,4	24,0	14,0	9,0	31,8	4,0	—	24,2	—
21	197,2	55,5	74,0	—	172,1	46,9	137,8	146,9	22,4	16,0	11,0	17,9	19,4	5,7	89,2	—
22	129,2	24,5	—	—	142,1	31,3	41,9	51,6	26,5	17,0	15,0	15,6	8,8	2,8	17,0	—
23	217,2	83,2	99,0	13,7	203,1	108,1	74,8	184,2	26,6	19,0	13,0	23,7	26,0	10,0	206,3	20,0
24	227,3	123,3	148,5	23,8	228,1	173,1	121,8	120,4	18,0	21,0	17,0	29,0	20,2	8,0	206,8	18,9
25	110,6	9,9	2,4	—	48,2	3,1	—	67,6	10,0	11,0	9,0	5,1	1,8	—	31,6	—
26	130,6	26,3	2,9	—	122,0	20,7	—	82,0	22,0	15,0	14,0	10,7	13,3	4,3	29,0	—
27	128,6	15,7	9,9	—	131,0	23,1	12,9	34,9	18,5	15,0	13,0	11,4	18,1	5,8	27,0	—
28	217,6	52,2	160,8	24,1	227,0	177,0	153,0	183,4	147,7	—	—	6,7	36,7	12,9	154,7	—
29	227,2	152,7	175,0	28,8	217,0	137,0	31,0	196,3	101,2	—	—	11,6	46,0	20,4	196,8	12,0
30	122,6	20,7	2,5	—	35,4	13,8	—	62,5	24,6	19,0	14,0	9,9	7,2	2,0	38,8	—
Parametrii [15]	I	I	II	v_1	v_3	II	—	u_2	II			U_1	U_1	U_2	U_2	I
Intensitatea [15]	1000R	200R	800R	300R	100	80	25	3000R	200	1000	800	3000R	500	300	800	300
Intensitatea [5]	10	—	10	10	6	3	—	> 10	6	7	4	8	9	9	7	6
Intensitatea [10]	—	—	9	9	6	4	5	10	5	6	5	8	8	7	6	4
Estimarea [4]	—	—	—	—	—	1,8	—	0,001	0,003	0,01 — 0,1	0,3	0,003	—	—	0,1	—
Estimarea [2]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	— 0,001	—	—	— 0,01	—
Estimarea [16]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	— 0,1	—	—	— 2,0	—
Estimarea [5]	0,001	0,1 — 1,0	0,001 — 0,003	0,001 — 0,003	0,03 — 0,1	1,0	0,3	0,001	0,03 — 0,3	—	—	0,003 — 0,01	0,001 — 0,01	0,001 — 0,03	0,01 — 0,1	0,03 — 1,0
p.p.m.	30	140	—	1	30	400	100	0,5	8	30	120	1	2,4	7,0	25	240

Nr. crt.	Na	K	Si		Al		Ti	Sn	Pb		Li	Mo	Ta	Rh	Ru	Re
	λ = 3302,323 Å	λ = 3446,722 Å	λ = 2881,578 Å	λ = 2519,207 Å	λ = 3082,155 Å	λ = 2567,99 Å	λ = 3241,986 Å	λ = 2839,989 Å	λ = 2833,069 Å	λ = 2614,2 Å	γ = 3232,61 Å	λ = 3132,594 Å	λ = 3311,162 Å	F = 3434,893 Å	λ = 3498,942 Å	λ = 3460,47 Å
1	7,0	3,5	153,9	37,4	47,8	—	—	—	—	—	—	—	—	5,9	68,7	7,2
2	26,3	120	26,1	—	181,7	7,7	33,2	—	—	—	—	7,3	4,0	16,8	92,0	19,0
3	161,4	7,0	239,9	197,0	231,7	92,0	51,1	22,0	21,1	4,8	4,4	5,9	3,5	13,6	81,5	16,3
4	67,7	12,0	17,4	—	3,5	—	5,2	—	—	—	—	—	—	11,8	69,0	14,2
5	213,0	8,0	169,9	37,4	42,0	—	—	—	22,3	11,3	—	—	3,0	11,5	87,0	13,2
6	118,0	16,5	40,3	2,6	129,7	—	3,0	—	—	—	—	—	4,5	17,4	94,0	18,0
7	5,4	16,0	30,3	—	5,6	—	2,2	—	—	—	—	—	2,0	8,6	80,0	12,5
8	223,0	15,0	233,9	196,4	122,4	64,0	2,2	10,0	106,2	73,5	4,0	135,0	4,0	10,4	89,0	17,2
9	213,4	13,0	183,9	79,4	86,4	—	—	—	12,1	7,4	—	—	3,5	10,8	8215	14,0
10	203,4	12,5	82,9	8,7	76,9	—	2,9	—	3,1	—	—	—	4,0	15,1	90,0	18,0
11	204,0	12,0	193,9	166,4	202,4	31,0	4,6	—	—	—	—	—	4,5	13,5	96,0	18,5
12	125,0	13,0	223,9	161,4	172,4	13,2	9,7	—	5,0	—	—	—	2,5	15,0	68,0	18,6
13	65,5	8,0	17,3	—	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	7,4	78,4	11,7
14	10,5	15,0	70,2	5,0	3,2	—	—	5,0	—	—	—	—	5,0	10,4	94,0	20,0
15	3,5	13,0	35,0	2,0	3,5	—	—	—	—	—	—	—	3,5	11,8	830	13,6
16	26,1	20,0	73,0	4,1	7,6	—	—	—	—	—	—	—	—	7,2	83,0	11,4
17	8,0	20,0	111,0	12,7	34,6	—	2,5	—	—	—	—	—	4,5	9,8	87,0	12,7
18	3,4	10,0	126,0	20,5	12,7	—	—	—	—	—	—	—	5,5	16,4	90,0	19,6
19	35,0	26,5	136,0	35,6	66,0	—	—	3,3	—	—	—	—	—	7,3	76,0	9,7
20	134,0	40,0	163,0	56,4	149,0	1,4	29,0	—	—	—	—	—	5,0	11,2	78,0	15,8
21	44,0	25,5	157,0	55,4	173,0	2,6	5,4	—	—	—	—	4,6	3,0	11,0	80,0	14,9
22	66,0	18,0	60,0	3,6	13,0	—	1,7	—	—	—	—	—	3,5	14,6	76,0	21,6
23	192,0	16,0	233,0	191,0	223,0	131,6	47,2	18,0	63,5	36,3	3,6	55,1	3,0	9,7	75,0	14,4
24	8,0	123,0	123,0	21,0	113,0	31,8	17,8	40,5	76,7	37.4	—	68,0	5,0	11,0	56,0	13,0
25	13,1	4,0	163.5	48,0	56,9	—	—	—	—	—	—	—	—	6,4	70,0	7,9
26	50,6	13,5	142,5	32,4	27,9	—	—	70,5	—	—	—	—	5,0	13,1	80,8	16,4
27	17,4	14,0	132,5	24,2	44,9	—	—	—	—	—	—	—	4,0	8,8	82,0	17,7
28	224,6	14,0	183,5	73,0	5,7	—	7,0	17,3	10,1	—	—	—	3,0	8,0	78,0	11,0
29	214,6	6,0	233,5	197,0	232,7	107,4	77,7	—	80,7	30,4	5,2	4.4	3,0	10,3	90,0	9,6
30	26,7	12,0	127,5	21,6	19,7	—	2,8	—	—	—	—	2,4	4,0	14,2	80,0	21,8
Parametrii [15]	U_3	I	U_1	I	U_4	—	II	U_1	I	I	U_2	—	U_1	U_1	U_1	U_1
Intensitatea [15]	600R	150R	500	300	800	200R	60	300R	500R	200R	1000R	1000R	300W	1000R	500R	1000W
Intensitatea [5]	6	3	10	9	8	—	8	9	9	6	6	9	5	9	6	9
Intensitatea [10]	4	3	9	7	7	4	9	9	7	5	4	10	4	8	8	6
Estimarea [4]	—	—	—	—	—	—	0,1	—	0,001	—	0,1	—	—	—	—	—
Estimarea [2]	—	—	— 0,01	—	— 0,003	—	—	—	—	—	—	— 0,003	—	—	—	—
Estimarea [16]	—	—	— 2,0	—	— 2,0	—	—	—	—	—	—	— 0,01	—	—	—	—
Estimarea [5]	0,03 — 1,0	1,0	0,001 — 0,003	0,001 — 0,03	0,003 — 0,03	1,0	0,003	0,001 — 0,003	0,001 — 0,03	—	0,03 — 1,0	0,001	0,01	0,001 — 0,01	0,03 — 0,01	0,001 — 0,01
p.p.m.	—	300	1	6	1	180	180	—	—	—	—	—	3	4	12	43

G.O — Gura Ocniței; ZM — Zona mediană. M — Zona Moreni; ZCATS — Zona contact apă țiței în stud. ZCATN — Zona contact apă țiței în nord. I_t — Intensitatea totală a liniei spectrale I_f — Intensitatea fondului plăcii în vecinătatea liniei spectrale. U_1...n Liniile spectrale ale atomilor neutri, în ordinea sensibilității. v_1...n Liniile spectrale ale atomilor ionizați, în ordinea sensibilității. I — Spectrul atomului simplu ionizat. II — Spectrul dublu ionizat
R. — Rezonanță puternică. W — Linie lată sau complicată.

corelație propusă de M. M. K l e r [5], tabelă ce are ca fundamentare dependența dintre intensitatea liniei spectrale I și concentrația C a atomilor respectivelor elemente în proba supusă analizei spectrale de emisie :

$$I = m.C,$$

unde m este un factor ce include în sine influența matricei probei supuse analizei spectrale [1]. Cum matricea rămîne aceeași pentru toate probele, cocsul, păstrîndu-se riguros condițiile de reproductibilitate pentru a înlătura influența celorlalți factori ce afectează mărimea intensității liniilor spectrale [1, 15], se pot admite estimările dependenței formulate, dintre parametrul intensității $I_t - I_f$ și participarea procentuală a elementelor chimice indicată în tabela 2, pentru cocsurile obținute din țițeiuri. Avînd în vedere participarea procentuală a cocsului față de proba inițială de țiței supusă cercetării (tabela 2) se poate estima conținutul elementelor chimice în țiței, exprimat în p.p.m. De exemplu, pentru mărimea medie a conținutului de Ni, în cele trei probe din levantin, rezultă 13,6 p.p.m., ceva mai mult decît conținutul de Ni indicat în tabela 1 pentru proba de țiței din levantinul din sonda 107 A.R. Pentru proba 20, care, conform datelor tabelei 2, are un procent de cocs de 4,5 și prin parametrul spectral $I_t - I_f$ are un procent de Ni de aproximativ 0,3, rezultă un conținut de Ni de 135 p.p.m. în țițeiul analizat. Proba 20 (fig. 2), este una dintre probele cu conținut ridicat în nichel. Calea aceasta a estimării conținutului elementelor chimice în țițeiuri este mai laborioasă și ca exactitate nu îmbunătățește substanțial estimările semicantitative ale analizei spectrale și de aceea nu se va opera cu ea în diferențierea țițeiurilor, ci se vor compara situațiile prin mărimea parametrului spectral $I_t - I_f$ (fig. 2—7 și tabela 2). De altfel scopul principal care se urmărește în acest studiu nu este determinarea mărimii exacte a concentrației elementelor chimice pentru fiecare din țițeiurile analizate, ci gradul de participare a elementelor, care să diferențieze țițeiurile între ele. Pentru acest motiv analiza se face prin intermediul parametrului spectral $I_t - I_f$ (tabela 2).

Folosind indicațiile literaturii de specialitate [1, 2, 4, 5, 10, 15, 16] s-a procedat la identificarea și la estimarea gamei de participare a elementelor chimice menționate în tabela 2. Vor fi prezentate mai întîi elementele chimice cu participare mai însemnată în țițeiurile analizate.

Nichelul are o participare deosebit de însemnată printre elementele chimice identificate în țițeiurile analizate. În tabela 2 sînt indicate opt dintre liniile sale spectrale. Prima linie spectrală, $\lambda = 3\,414{,}765$ Å, prezintă pentru parametrul $I_t - I_f$ mărimi deosebit de ridicate pentru unele probe. Celelalte linii spectrale utilizate, indicate în ordinea descrescătoare a intensității, prezintă aceeași repartiție între probe, scoasă în evidență de prima linie spectrală u_1 a atomilor neutri. Prin liniile spectrale

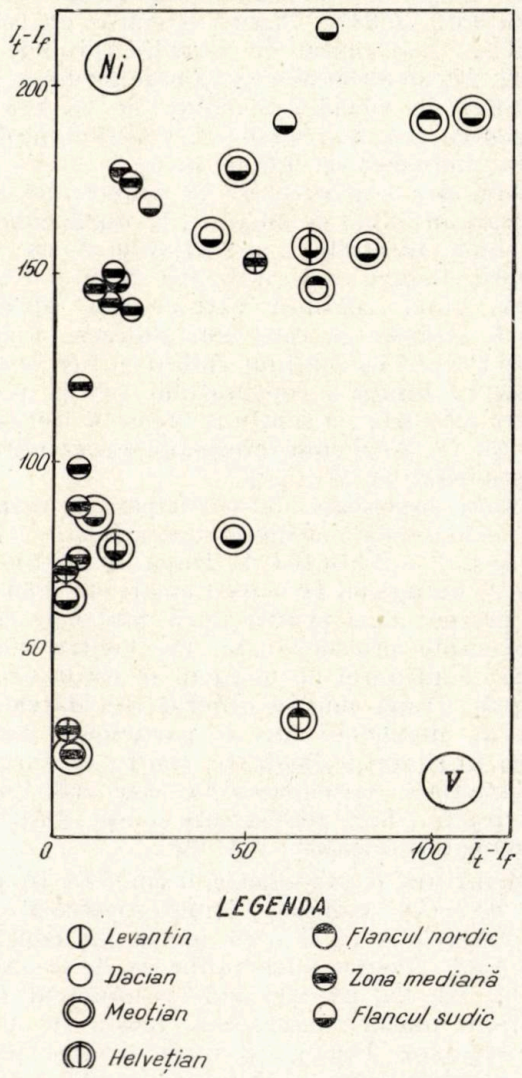


Fig. 2.

de intensitate redusă s-a căutat să se fixeze limita superioară a participării procentuale a nichelului în probe. Se observă, din datele tabelei 2, că sînt puține probele de cocs în care participarea nichelului se apropie de limita de 0,3%. Două treimi din probele de cocs analizate au o participare estimată la 0,1%. Doar la două probe se observă un conținut foarte redus de nichel, estimat la 0,03%. Pe baza datelor tabelei 2 se poate aprecia un conținut de nichel în țițeiurile analizate variind între 10 și 135 p. p. m.

Vanadiul este indicat atît de cea de-a doua linie spectrală a atomilor neutri — u_2 — avînd lungimea de undă $\lambda = 3\,185{,}396$ Å, cît și de celelalte linii spectrale de intensitate mai scăzută, menționate în tabela 2. Limita superioară

a participării procentuale în probele de cocs analizate este indicată de linia spectrală $\lambda = 2\,891{,}64$ Å cu $I = 40$, care o fixează la 0,1%. Această limită este atinsă doar de 14 probe. Marea majoritate a probelor se integrează în limita 0,01—0,03%. Pentru țițeiurile cu conținutul cel mai ridicat de vanadiu (probele 20, 21, 22, 24) se estimează ca valoare medie a conținutului de vanadiu mărimea de 25 p.p.m., iar pentru cele mai sărace în vanadiu (probele 3, 18), mărimea de 0,6 p. p. m.

Fierul are o participare în probele de cocs analizate în limita de pînă la 1%, după cum indică linia spectrală $\lambda = 2\,479{,}776$ Å cu $I =$ = 200R. Pentru unele probe (23, 24, 29) această limită, după mărimea parametrului spectral $I_t - I_f$ (tabela 2), este mai ridicată. Pentru aceste țițeiuri cu conținut ridicat în fier se estimează ca limită a conținutului 140 p. p. m. Pentru țițeiurile cu conținut redus în fier (probele 15, 18, 25) limita inferioară a conținutului se estimează la 30 p.p.m.

Limita superioară de participare a manganului este indicată de liniile spectrale $\lambda = 2\,798{,}271$ Å și $\lambda = 2\,576{,}104$ Å. După indicațiile tabelei 2, manganul la o participare de 0,003%. este prezent doar pentru unele probe de cocs, de exemplu probele 8, 28, 29. Pentru aceste țițeiuri conținutul de mangan se estimează la 1 p.p.m. După cum se observă din datele tabelei 2, manganul are o participare foarte redusă în țițeiurile analizate, pentru 22 din probele studiate participarea lui este sub limita de 1 p.p.m., fapt pentru care a fost dificil de identificat în lucrările [11, 12].

Calciul are o participare însemnată în probele de cocs analizate. Linia spectrală $\lambda =$ = 3 181,275 Å cu $I = 80$ indică un conținut de ~1,8%. Pentru unele probe, ca, de exemplu, 12, 17, 23, 24, 28, 29, unde parametrul $I_t - I_f$ are o mărime însemnată, limita de 1,8% este depășită. Pentru țițeiurile acestor probe conținutul de calciu se estimează la 400 p. p. m. Limita inferioară a conținutului de calciu, pentru țițeiurile 4, 5, 13, 15, 19, 25, se estimează la 30 p.p.m.

Magneziul, pus în evidență de prima sa linie spectrală $\lambda = 2852{,}129$ Å cu $I = 300$R (fig. 1), are ca limită superioară de participare, în unele probe de cocs analizate, mărimea de 0,3%. Sînt unele probe pentru care parametrul spectral $I_t - I_f$ are mărimi foarte ridicate, ca, de exemplu, probele 19, 21, 24, 28, pentru ale căror țițeiuri conținutul de magneziu se estimează la 100 p. p. m.

Cuprul prezintă pentru linia sa spectrală caracteristică $\lambda = 3\,273{,}962$ Å mărimi foarte ridicate ale parametrului $I_t - I_f$, pentru unele probe. Acest fapt face ca limita de participare a cuprului pentru aceste probe să fie superioară mărimii indicate în tabela 2. De exemplu pentru proba de cocs nr. 3 s-a reperat în spectogramă, cu o mărime a parametrului $I_t - I_f = 34{,}6$, linia spectrală $\lambda = 2\,492{,}15$ Å cu $I = 200$ r, care indică o participare a cuprului în gama 0,1—0,3%. Pentru țițeiurile 3, 5, 10, 12, 23, 28, 29, limita superioară a conținutului în cupru se estimează la 30 p. p. m. Pentru țițeiurile 1, 2, 7, unde parametrul $I_t - I_f$ are mărimi foarte scăzute, se estimează un conținut de cupru de 0,5 p. p. m.

Stronțiul are o participare în cocsurile de petrol analizate de 0,03—0,3%. Sînt probe, ca, de exemplu 28, 29, la care mărimea ridicată a parametrului $I_t - I_f$ conduce la estimarea conținutului de stronțiu în aceste țițeiuri la 84 p. p. m. Pentru țițeiurile cu un conținut mai redus de stronțiu, de exemplu 1, 5, 15, 25, conținutul de stronțiu se estimează la 8 p. p. m.

Cadmiul, prin cele două linii spectrale menționate în tabela 2, are o participare în cocsurile studiate de 0,1—0,3%. Diferențieri substanțiale ale parametrului $I_f - I_t$ pentru probele analizate nu sînt de semnalat. Prin mărimi mai mari ale parametrului $I_t - I_f$ se desprind probele 6, 14, 24, pentru care se estimează, în țițeiurile respective, un conținut de cadmiu de aproximativ 120 p.p.m. Pentru probele la care parametrul $I_t - I_f$ are mărimea cea mai redusă, de exemplu țițeiurile 1, 16, 19, 20, 25, conținutul de cadmiu se estimează la 30 p.p.m.

Cobaltul este prezent prin indicația primei linii spectrale $\lambda = 3\,453{,}505$ Å, pentru care se estimează în cocsurile analizate o participare de 0,003—0,1%. Limita superioară de participare se atribuie țițeiurilor 6, 8, 16, 20, 23, 24, pentru care se estimează un conținut de cobalt de aproximativ 30 p.p.m., iar limita inferioară revine țițeiurilor 1, 13, 25, 28, pentru care se estimează o participare a cobaltului de 1 p.p.m.

Borul, prin dubleta sa spectrală caracteristică (tabela 2), are o participare cuprinsă între 0,01 și 0,03% pentru cocsurile analizate. Se observă, din datele tabelei 2, că participarea borului în țițeiurile din meoțian și helvețian este net distinctă față de cele din dacian, că unele țițeiuri din dacian și cele aparținînd levantinului nu conțin bor. Printr-un conținut mai ridicat în bor se detașează țițeiurile 19, 23, 28, 29, pentru care participarea borului se estimează la 7 p.p.m.; de partea unui conținut mai redus în bor se situează țițeiurile 9, 11, 18, 30, cu o mărime medie de 2, 4 p.p.m.

Zincul are o participare însemnată în unele cocsuri aparținînd țițeiurilor din dacian, ca, de exemplu, probele 5, 8, 9, unde conținutul său în țiței atinge limita de 240 p. p. m. Limita inferioară a participării zincului se află la țițeiurile 15, 16, unde se estimează un conținut de 25 p. p. m.

Sodiul are o participare foarte variabilă în probele analizate. De regulă în vecinătatea masivului de sare se observă o mărime ridicată a parametrului spectral $I_t - I_f$.

Potasiul este prezent în toate probele analizate. Cu un conținut mai ridicat în potasiu apar țițeiurile 16, 17, 19, 20, 21, pentru care se estimează mărimea de 330 p.p.m. Printr-un conținut mai redus în potasiu se diferențiază țițeiurile 1, 3, 13, 25, 29, a căror limită inferioară de participare se estimează la 270 p.p.m.

Siliciul participă în toate probele analizate, într-un procent mai ridicat în probele 3, 8, 23, 29, pentru care se estimează mărimea de 6 p.p.m., și cu o pondere redusă în țițeiurile 4, 13, pentru care participarea este doar de 1 p.p.m.

Aluminiul, deși prezent în toate probele analizate, are o participare foarte neuniformă, care nu permite formularea vreunui criteriu de distribuție. Sînt țițeiuri, ca, de exemplu, 3, 8, 23, 29, la care aluminiul se estimează la o participare de 180 p.p.m.; alte țițeiuri, ca, de exemplu, 4, 13, 14, 15, 28, au un conținut net redus, estimat la 1 p. p. m. O paralelizare între participarea aluminiului și a siliciului se poate face pentru unele probe analizate, ceea ce ar putea fi explicat prin prezența particulelor foarte fine de argile care s-au mai menținut în țițeiuri în procesul de filtrare. Pentru celelalte probe o asemenea paralelizare nu se poate efectua.

Titanul, la gradul de participare indicat de linia spectrală $\lambda = 3\,241{,}986$ Å, nu se găsește prezent în toate țițeiurile analizate. Într-un conținut mai ridicat se află în probele 3, 23, 29 unde se estimează o participare de 180 p. p. m.

Analiza spectrală efectuată indică, de asemenea, prezența unor elemente chimice de participare foarte redusă, dintre care unele apar izolat în unele probe de țiței (tabela 2). Aceste elemente chimice de participare minoră sînt:

Staniul, indicat de prima sa linie spectrală a atomilor neutri u_1, apare într-un număr redus de țițeiuri, de obicei în cele recoltate din zona de contact țiței-apă.

Plumbul apare, de asemenea, izolat și în principal asociat cu țițeiurile care aparțin zonelor marginale, dinspre contactul țiței-apă.

Litiul s-a identificat doar în patru probe, dintre care trei aparțin țițeiurilor recoltate din zonele marginale, dinspre contactul țiței-apă marginală.

Molibdenul, prezent doar în opt țițeiuri, apare asociat în principal tot de probele recoltate din zonele marginale, dinspre contactul țiței-apă.

Tantalul este prezent în foarte multe țițeiuri, însă nu se observă (tabela 2) o diferențiere mai substanțială în participarea sa în diferitele probe. Conținutul de tantal, ca mărime medie, se estimează la 3 p.p.m.

Rodiul este pus în evidență de prima sa linie spectrală, u_1, a atomilor neutri. Este prezent în toate probele de țiței, participînd cu o pondere mai mare în țițeiurile 2, 6, 18, 30, pentru care conținutul de rodiu se estimează la 4 p.p.m.

Ruteniul este indicat de prima sa linie spectrală, u_1, și după cum indică datele tabelei 2 este prezent în toate țițeiurile, cu o mărime a parametrului spectral $I_t - I_f$ net superioară mărimii pentru elementul chimic rodiu, cu care se înrudește din punct de vedere fizico-chimic. Participarea ruteniului este mai însemnată în țițeiurile 2, 6, 10, 11, 14, 18, 29, pentru care se estimează un conținut de 12 p.p.m.

Reniul este prezent în toate țițeiurile analizate. Diferențieri substanțiale în mărimea parametrului spectral $I_t - I_f$ nu se observă. Reniul prezintă o concentrare mai ridicată în țițeiurile 2, 14, 22, 30, pentru care se estimează, ca mărime medie a participării, 43 p.p.m.

Studiul spectral efectuat a scos în evidență prezența a 25 de elemente chimice. În literatura de specialitate [7, 14, 17] se indică determinarea, în 24 de țițeiuri, a 28 de elemente chimice. Față de aceste determinări, în studiul de față nu s-au găsit: U, Zr, Nd, La, Ga, Cr, Ce, Ba, As, Ag; în schimb au fost identificate elementele chimice: Si, Li, Rh, Ru, Re, Cd, Ta.

Studiul acestei analize spectrale scoate în evidență variații în ceea ce privește conținutul de elemente chimice din țițeiuri, atît în cadrul aceluiași zăcămînt, cît mai ales între diferitele zăcăminte ale structurii.

Înainte de a prezenta această variație a conținutului de elemente chimice din țițeiurile studiate, să facem o analiză a țițeiurilor din structura Moreni-Gura Ocniței pe baza datelor pe care le furnizează clasificarea „Carpatica" a prof. C. Creangă. În tabela 1 sînt incluse țițeiurile structurii, prezentate pe etaje geologice și complexe productive și analizate în raport cu masivul de sare, defalcîndu-se trei zone: zona nordică dinspre contactul țiței-apă, zona mediană, vecină masivului de sare sau aflată deasupra masivului de sare, și zona sudică dinspre contactul țiței-apă. Analiza se face în raport cu masivul de sare, deoarece acesta a fost elementul geologic care a întrerupt continuitatea dintre flancul sudic și cel nordic.

Din datele tabelei 1 se desprinde diferențierea dintre compoziția chimică a țițeiurilor din meoțian și helvețian, față de cele din dacian și levantin. Dacă în cadrul „claselor" țițeiuri naften-aromatice (N.A.) s-au întîlnit doar în dacian și levantin (probele 1, 3, 5, 10, 13), țițeiuri parafin-naftenice (P.N.) sînt doar în meoțian (probele 14, 15). Clasa parafin-naften-aromatică (P.N.A.) apare atît în miocenul cît și în pliocenul structurii. Dacă după „clasă" apar diferențieri, însă nu sînt prea distincte, după procentele de carbon parafinic, naftenic și aromatic diferențierile sînt certe. Pentru meoțian și helvețian C_P are mărimi cuprinse între 65 și 70 (media aritmetică 67, 85), în timp ce pentru dacian și levantin C_P are mărmi

cuprinse între 42 și 59 (media aritmetică 50, 7). Diferențierile sînt accentuate și pentru C_N. Astfel, pentru levantin-dacian limitele sînt cuprinse între 27 și 40, iar pentru meoțian-helvețian limitele sînt de 18—25; cea mai ridicată limită din meoțian apare ca redusă față de limita inferioară din dacian. În ceea ce privește C_A, diferențierile sînt destul de vizibile, pentru meoțian-helvețian 10—13, pentru dacian-levantin 13—19. Procentul de ceruri este net superior pentru țițeiurile din meoțian-helvețian (2—9) față de dacian-levantin (<2). Procentul de rășini+asfaltene este mult mai ridicat pentru țițeiurile din dacian-levantin (13—21) decît pentru cele din meoțian-helvețian (7—12).

În cadrul etajelor geologice dacian și levantin se observă deosebiri de „clasă"; de exemplu între țițeiurile din levantinul superior și cel bazal la Gura Ocniței, între țițeiul din dacianul superior din Moreni și cel din Gura Ocniței, între țițeiurile din stratul Gros I și stratul Gros I+II, între țițeiurile din complexul Moreni din zona Gura Ocniței și din zona Moreni, precum și între țițeiurile din drăderul de la Moreni și cel de la Gura Ocniței.

Pentru țițeiurile din meoțian nu se observă deosebiri de „clasă" în diferitele zone de pe structură. De esemplu, țițeiurile din meoțianul I din flancul nordic și din cel sudic aparțin aceleiași clase și grupe. Nici țițeiul din meoțian I+II din flancul nordic nu se diferențiază de țițeiuile din meoțian I, decît printr-o nuanță de ușor rășinos. Țițeiurile din meoțianul III nu se diferențiază între ele, după cum aceeași compoziție chimică prezintă țițeiurile din helvețian, compoziție foarte apropiată de cea a țițeiurilor din meoțianul structurii.

Pe baza acestor date se desprinde clar deosebirea de compoziție chimică dintre țițeiurile din meoțian-helvețian și cele din dacian și levantin.

Deosebirile de compoziție chimică a acestor țițeiuri se vor răsfrînge și în diferențierile în gradul de participare a elementelor chimice identificate în țițeiurile analizate (tabela 2).

Să analizăm, prin prisma mărimii parametrului spectral $I_t - I_f$, participarea elementelor chimice și în primul rînd a celor cu o participare la un procent mai însemnat. Determinări cantitative [11, 12, 13] indică pentru unele țițeiuri din structura Moreni-Gura Ocniței o participare însemnată a nichelului, vanadiului, fierului și cuprului (tabela 1).

Pe baza analizei spectrale (tabela 2) se va vedea cum se prezintă situația pentru cele 30 de țițeiuri ale structurii. În figura 2 se analizează participarea nichelului și a vanadiului. Se pot observa pentru țițeiurile din meoțian și helvețian mărimi mai mari ale parametrului $I_t - I_f$, atît pentru Ni cît și pentru V. Multe țițeiuri din levantin și dacian au un conținut redus de vanadiu. Din analiza datelor tabelei 2 și ale figurii 2 rezultă pentru probele de țiței din zonele vecine contactelor țiței-apă un conținut mai ridicat de Ni și V, în comparație cu probele recoltate din zonele mediane. Conținutul ridicat de Ni și V, oglindit în tabela 1 și estimat de analizele spectrale semicantitative ale prezentei lucrări, trebuie asociat de prezența porfirinelor găsite în cantitate însemnată în unele probe analizate [12, 13].

Perechea de elemente chimice Fe—Mn ilustrează, de asemenea, o diferențiere între majoritatea țițeiurilor din meoțian-helvețian și cele din dacian-levantin. Se observă (fig. 3), de

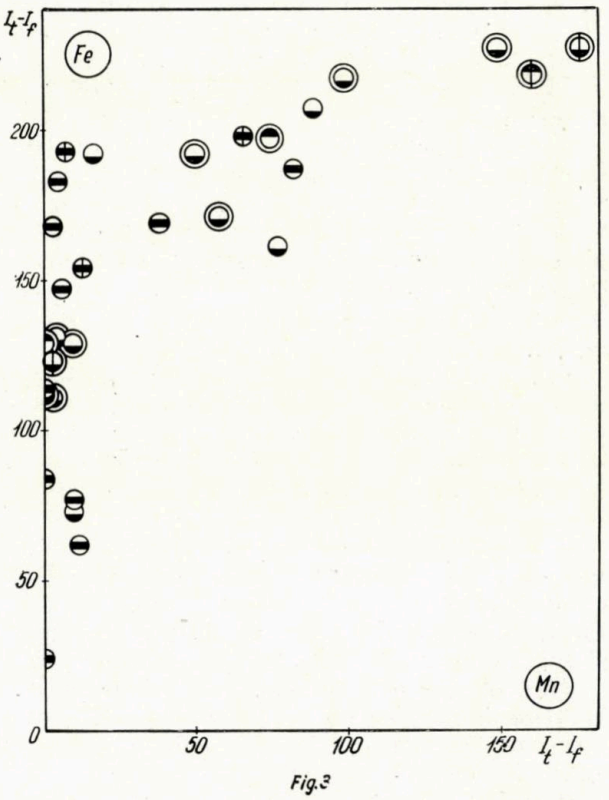


Fig. 3.

asemenea, un conținut mai ridicat de Fe și Mn în țițeiurile zonelor marginale, dinspre contactul cu apele de sinclinal.

Paralelizînd participarea Ca și Mg în probele analizate (fig. 4), se poate menționa diferențierea dintre țițeiurile meoțian-helvețianului și cele din levantin-dacian. Marea majoritate a țițeiurilor din dacian-levantin au un conținut redus de magneziu. Se poate observa, de asemenea, o participare mai ridicată a acestor două elemente chimice în țițeiurile din zonele marginale, dinspre contactele țiței-apă.

În ceea ce privește perechea de elemente Cu—Sr, (fig. 5), se poate observa o participare redusă a stronțiului, cu excepția a două probe din helvețian. În general se observă că cuprul

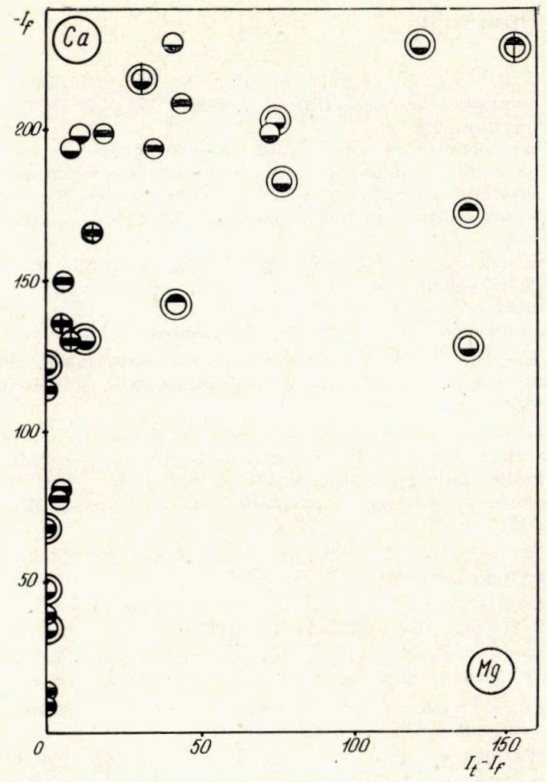


Fig. 4.

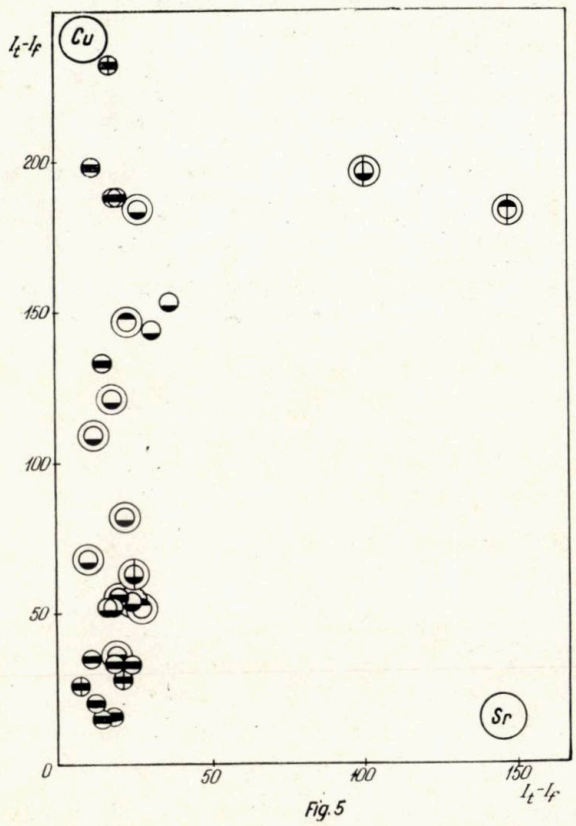


Fig. 5.

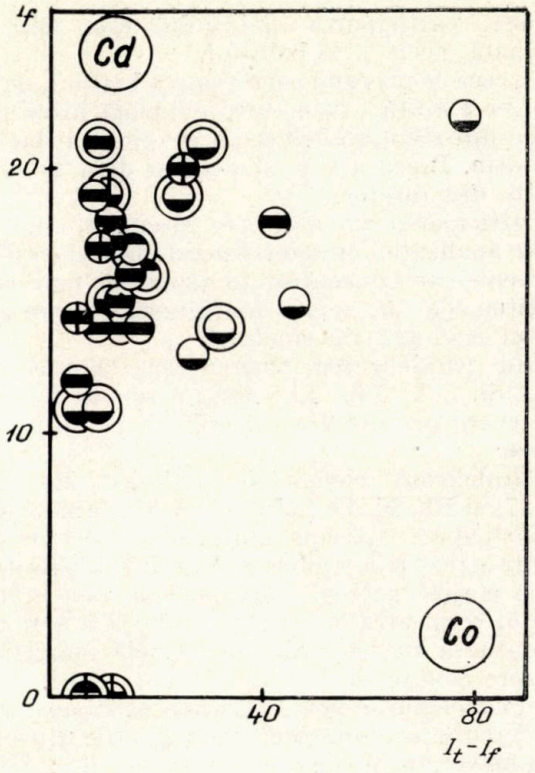


Fig. 6.

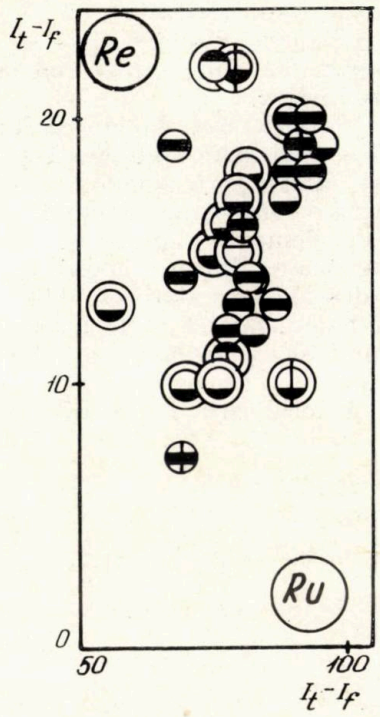


Fig. 7.

are o participare mai accentuată în țițeiurile zonelor marginale.

Analizînd perechea de elemente chimice Cd — Co (fig. 6), se pot observa concentrații mai ridicate în țițeiurile aparținînd zonelor marginale, dinspre contactul cu apa de sinclinal. De ase-

menea, participarea cadmiului este mai însemnată decît a cobaltului.

În ceea ce privește participarea borului, datele tabelei 2 arată o deosebire evidentă între țițeiurile din meoțian-helvețian și cele din dacian-levantin. Borul a fost identificat doar în unele probe din drăder.

Participarea zincului este însemnată în țițeiurile analizate. Caracteristic este faptul că acest element este concentrat în proporții mai mari în țițeiurile din zonele marginale, dinspre contactul țiței-apă de sinclinal.

Din paralelizarea elementelor chimice Ti, Na, Si, Al, Pb, Li, Mo nu se pot formula observații privind vreo distribuție pe etaje geologice.

Paralelizînd elementele chimice Re—Ru, (fig. 7) și Rh, K, Ta (tabela 2), se poate menționa o participare aproape uniformă a acestor elemente în țițeiurile analizate. Variații substanțiale între etajele geologice nu sînt de pus în evidență, concentrația lor nu se observă a fi mai accentuată în țițeiurile din zonele marginale, dinspre contactele țiței-ape din sinclinal.

În concluzie se poate formula existența certă a diferențierii chimice dintre țițeiurile din meoțian-helvețian, pe de o parte, și cele din dacian-levantin, pe de altă parte, pusă în evidență atît de clasificarea „Carpatica", cît și de analizele spectrale semicantitative.

Pentru țițeiurile din meoțian și helvețian nu se observă deosebiri zonale sau între complexele productive.

Pentru țițeiurile din dacian și levantin se observă deosebiri între complexele productive, precum și diferențieri zonale.

Se observă o concentrare a unui număr foarte însemnat de elemente chimice în țițeiurile din zonele marginale, dinspre apele de sinclinal.

Aceste deosebiri se datoresc [14, 17 ș. a.] condițiilor fizico-chimice în formarea hidrocarburilor, precum și condițiilor fizico-chimice variabile, pe etaje geologice și zonal, în timpul migrației și localizării hidrocarburilor fluide.

BIBLIOGRAFIE

1. Ahrens, L. H. și Taylor, S. R. Spectrochemical Analysis. Second edition. Addison-Wesley Publ. Co., London, 1961.
2. Berman, E. L. Spektrograficeskoe opredelenie Ni i V c odnovremennîm opredeleniem porodoobrazuiuşcih elementov v zolah nefti i bitumov. În: Spektralnîi analiz v geologii i geohimii. Izdat. Nauka, Moskva, 1967.
3. Creangă, C. și colab. În: Revue de chimie. Editions de l'Academie de la R.P.R., **VII**, nr. 1, 1962.
4. Kler, M. M. Priblijennîi kolicestvennîi spektralnîi analiz mineralnovo sîria. Gosgeoltehizdat, Moskva, 1959.
5. Kler, M. M. Polukolicestvennîi spektralnîi analiz mineralnovo sîria. Izdat. Leningradskovo universiteta, 1960.
6. Korosteleva, N. A. și Koprova, N. A. Spektralnîi analiz nefti i nefteproduktov i raspredelenie malîh himiceskih elementov v nefti. În: Spektralnîi analiz v geologii i geohimii. Izdat. Nauka, Moskva, 1967.
7. Milner, O. I. Analysis of Petroleum for Trace Elements. Pergamon Press, 1963.
8. Pîrcălăbescu, D. I. și Strugaru, A. În: Petrol și gaze, **18**, nr. 11, 1967.
9. Rădulescu, G. A. Proprietățile țițeiurilor românești. Ed. Academiei R.P.R., București, 1961.
10. Rusanov, A. K. Spektralnîi analiz rud i mineralov. Gosgeoltehizdat, Moskva, 1948.
11. Șerbănescu, A. Unele considerații teoretice legate de conținutul elementelor metalice V, Ni, Co, Fe, Cu, Cd, Mn în țițeiurile românești de diferite formații geologice. În: Buletinul Institutului de petrol, gaze și geologie, **XVI**, București, 1967.
12. Șerbănescu, A. În: Petrol și gaze, **17**, nr. 3, 1966.
13. Șerbănescu, A. În: Petrol și gaze, **19**, nr. 2, 1968.
14. Smith, H. M., Dunning, H. N., Rall, H. T. și Ball, J. S. Keys to the Mystery of Crude Oil. Proceedings, American Petroleum Institute, **39**, 1959.
15. Zaidel, A. N. Prokofiev, V. K. și Raiskii, S. M. Tabliți spektralnîh linii. Gosgeolizdat, Moskva, 1952.
16. Zimina, K. I., Vorobiev, G.G. și Orlova, M.I. Kolicestvennîi emisionnîi spektralnîi analiz katalizatorov i zoli razlicnîh nefteproduktov. În: Spektralnîi analiz v geologii i geohimii. Izdat. Nauka, Moskva, 1967.
17. Whitehead, W. L. și Breger, I. A. Geochemistry of petroleum. În: Organic geochemistry. Pergamon Press, 1963.

Asupra prezenţei unei cute diapire în zona Grădişte—Romăneşti (Depresiunea getică)

G. Pârvu şi A. Burlacu

Zona în cuprinsul căreia a fost întîlnită cuta diapiră ce alcătuieşte obiectul articolului de faţă este situată în partea centrală a depresiunii getice, la circa 3 km est de valea Olteţului, şi corespunde din punct de vedere tectonic cu periclinul vestic al anticlinoriului Băbeni-Galicea-Roeşti (fig. 1).

Sarmaţianul apare cu caractere litologice-faciale asemănătoare pliocenului, de care se deosebeşte totuşi prin prezenţa unor intercalaţii de marne şi argile compacte, cu aspect foios-şistos, amintind de şisturile disodilice. De asemenea, intercalaţiile psamitice au grosimi superioare celor din pliocen.

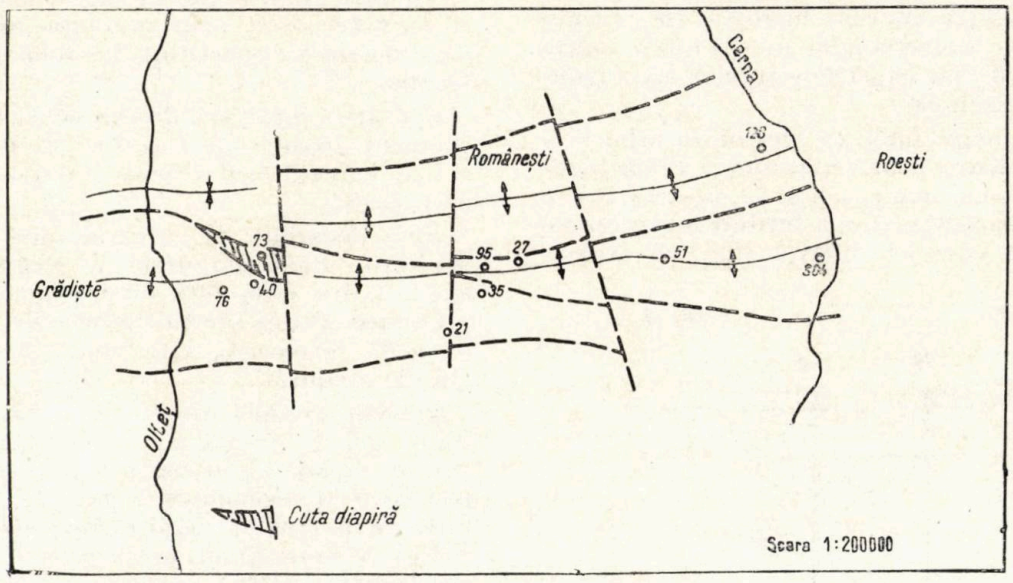


Fig. 1 Schiţa structurală la Helveţian GRĂDIŞTE-ROMÂNEŞTI

Morfologic, structurile Grădişte-Romăneşti sînt situate în zona colinară, altitudinile fiind cuprinse între 350 şi 400 m.

1. Date stratigrafice şi structurale

Din descrierea probelor de carotă şi din corelarea diagrafiilor electrice s-a stabilit că, în zona Grădişte-Romăneşti, formaţiunile geologice întîlnite aparţin: pliocenului, sarmaţianului, tortonianului, helveţianului şi oligocenului.

Pliocenul este reprezentat prin toţi termenii săi stratigrafici: levantin, dacian, ponţian şi meoţian. Cu excepţia ponţianului, care apare reprezentat prin faciesul pelitic ce-l caracterizează, celelalte subunităţi stratigrafice ale pliocenului apar alcătuite, litologic, dintr-o alternanţă de marne şi argile nisipoase cu nisipuri marnoase, mai rar cu gresii.

Tortonianul este reprezentat prin marne, marne tufacee, slab nisipoase şi prin marne cu sare. Grosimea sării uneori depăşeşte 100 m.

Helveţianul apare constituit din mai multe complexe litologice, alcătuite la rîndul lor dintr-o alternanţă de nisipuri marnoase, marne nisipoase, marne, argile nisipoase, argile şi gresii. Acestea din urmă se întîlnesc, mai frecvent, în partea inferioară a helveţianului, unde se prezintă mai compacte şi mai dure.

Oligocenul este reprezentat printr-un facies predominant pelitic, asemănător celui de Pucioasa. În partea superioară se identifică o argilă cenuşie-albăstruie, dispusă în strate cu grosimi ce depăşesc 2—3 m.

Din punct de vedere tectonic, structura Gădişte-Romăneşti reprezintă, după cum s-a mai amintit, continuarea spre vest a liniei structurale majore Băbeni-Galicea-Roeşti.

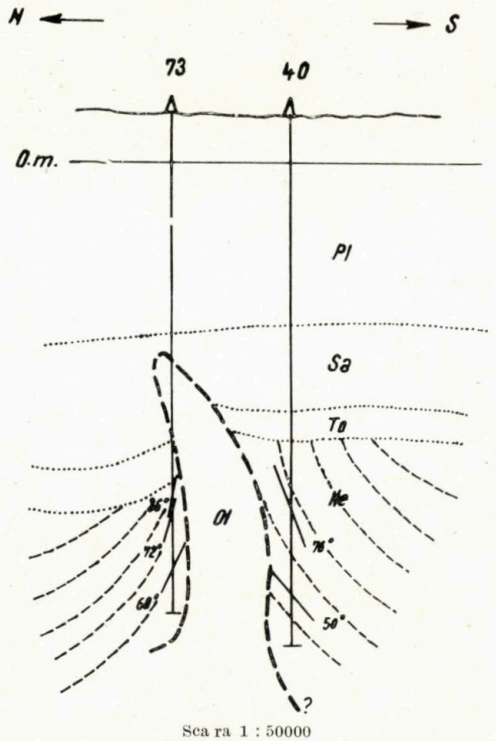
Luată separat structura Românești prezintă o formă de brahianticlinal orientat est-vest, cu flancuri abrupte, închizînd, central un mamelon de oligocen ridicat tectonic.

2. Analiza cutei diapire

În urma interpretării datelor geologice obținute prin săparea unor sonde pe periclinul vestic al structurii Românești, imaginea structurală prezentată de diverși autori [14, 17, 19] apare modificată și totodată mai complicată.

Sonda 40 Grădiște, propusă pentru cercetarea depozitelor sarmațiene și helvețiene, a întîlnit succesiunea stratigrafică menționată mai sus, dînd posibilitatea determinării unor înclinări diferite ale stratelor. Astfel: depozitele pliocenului, ale sarmațianului și ale tortonianului prezintă înclinări cuprinse între 6 și 10°, în timp ce depozitele helvețianului au înclinări foarte mari, 55—70°, iar capetele stratelor apar trunchiate de eroziune.

Apariția unor indicații de hidrocarburi la partea inferioară a helvețianului a condiționat săparea unei noi sonde, sonda 73, la circa 700 m nord de precedenta, care a întîlnit o succesiune stratigrafică complet diferită (fig. 2), evidențiindu-se un element structural necunoscut pînă acum în această parte a depresiunii precarpatice, „cuta diapiră".



Sca ra 1 : 50000

Fig. 2. Secțiune geologică structura GRĂDIȘTE

Astfel, la adîncimea de 1 620 m sub depozitele sarmațiene, relativ reduse ca grosime (180 m), sonda a interceptat pe o grosime de 500 m oligocenul argilos, cu o microfaună care confirmă această vîrstă: *Bolivina pygmaea*, *Chilostomella oolina*, *Nuttalides trümpyi*, *Hyperammina elongata*, *Nonion micrum*, *Asterigerina carinata* ș. a.

După traversarea argilei oligocene, sonda a intrat în depozite aparținînd tortonianului și helvețianului, care prezintă o litologie asemănătoare depozitelor întîlnite în sonda 40. Înclinările depozitelor helvețiene sînt, de asemenea, foarte mari: 60—80°.

Cuta diapiră din această zonă este pusă pe seama unui sîmbure de oligocen alcătuit din argilă cu un coeficient ridicat de plasticitate, care în timpul fazei de cutare din miocen, faza stirică veche, a reușit să străpungă depozitele helvețiene.

Trebuie amintit faptul că orice cută diapiră se caracterizează prin prezența unui sîmbure de străpungere constituit din roci plastice, dislocate.

Cel care a intuit și a descris pentru prima dată procesul geologic de formare a cutelor diapire a fost cercetătorul român Ludovic Mrazec (1907).

Spre deosebire de cutele diapire descrise de Mrazec, unde sîmburele de străpungere este alcătuit din sare, cuta diapiră întîlnită în depresiunea getică are ca sîmbure de străpungere o argilă oligocenă; este vorba deci despre o „argilă diapiră".

Prezența argilei diapire în cuprinsul depresiunii getice suscită un evident interes științific și economic, în sensul că unele probleme tectonice și economice legate de procesul de formare a cutelor diapire din partea centrală sudică a depresiunii precarpatice ar putea fi considerate valabile și pentru depresiunea getică.

Deși cutele diapire cu sîmbure de străpungere alcătuit din roci argiloase plastice au fost descrise în regiunea Caucazului de către Gubkin încă din anul 1913, totuși termenul de argilă diapiră a fost propus de către Atwater și Torman mult mai tîrziu (1959), pentru argilele care îmbracă ca o teacă domurile de sare și care, în unele situații (fig. 3), străpung sedimentele de deasupra lor în aceeași manieră ca sarea.

În figura 3 autorii citați ilustrează relația dintre argilă, sîmburele de sare și sedimentele acoperitoare. Exemple asemănătoare sînt citate de Shaub și Jackson (1958) în Borneo (fig. 4), precum și de C. B. Roach (1962), la South Thornwell, Liberty County, Vermilion ș. a.

Din exemplele citate se observă că așa-zisa argilă diapiră este totdeauna asociată unor sîmburi de sare care sînt, de fapt, generatorii principali ai cutelor diapire, argila urmîndu-i doar cu fidelitate, datorită faptului că proprie-

tăţile ei fizice de plasticitate sînt oarecum asemănătoare cu cele ale sării.

Sîmburele cutei diapire evidenţiate în depresiunea getică este alcătuit în exclusivitate

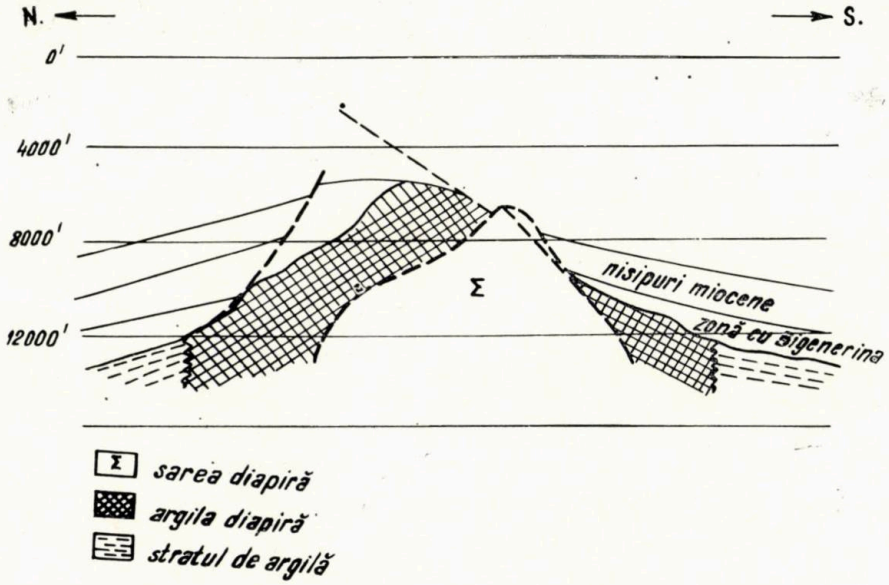


Fig. 3. Secţiune transversală a domului de sare Valentine, după Atwater şi Forman, 1959.

din argilă, a cărei natură mineralogică este redată în tabela 1. Deci în procesul de formare a cutei rolul principal de sîmbure de străpungere l-a jucat numai argila oligocenă.

Modul de formare a cutelor în strate cu diferite proprietăţi fizice de plasticitate şi elasticitate a fost studiat sub aspect teoretic şi experimental de B i o t (1961), B i o t, O d e şi R o c v e r (1961), C u r r i e, P a m o d e şi T r u m p (1962) ş. a., care au demonstrat comportarea independentă a stratelor competente faţă de stratele adiacente incompetente, precum şi existenţa unor relaţii directe între grosime şi lungimea de undă a cutelor respective. S-a ajuns la concluzia că formarea cutelor diapire nu trebuie redusă la o simplă acţiune mecanică produsă de stress, ci trebuie pusă pe seama unui

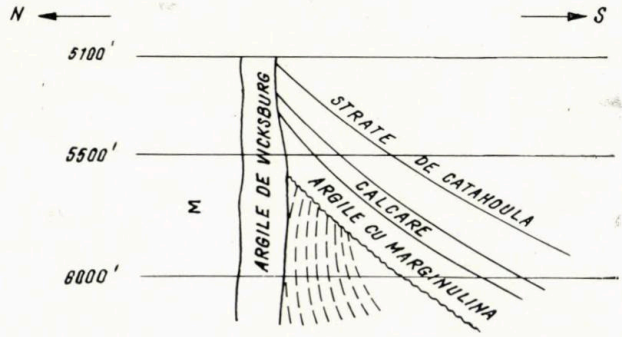


Fig. 4. Secţiune prin flancul nordic al Domului Nash (Oligocen), după Halbouty 1967.

Asociaţia mineralogică a argilei diapirice, oligocene, din zona Grădişte-Românești* TABELA 1

Nr. crt.	I	r	θ	sin θ	2 sin θ	d	Mineralul
1	2	16,2	16°12'	027899	055798	3.4696	Dickit
2	6	32,5	32°30'	053730	107460	1.8016	Montmorillonit
3	4	18,1	18°6'	031068	062136	3.1157	Montmorillonit
4	3	21,7	21°42'	036975	073950	2.0838	Beidelit
5	10	14,0	14°	024192	048384	3.1849	Montmorillonit
6	3	17,6	17°36'	030182	060364	2.5528	Montmorillonit
7	4	13,1	13°6'	022665	045330	4.2709	Montmorillonit
8	7	38,3	38°18'	061978	12356	1.5618	Clorit
9	7	44,8	44°48'	070463	140926	1.3736	Caolinit
10	1	42,1	42°6'	067043	134086	1.4438	Antigorit
11	6	40,4	40°24'	064812	129624	1.4935	Montmorillonit
12	6	39,2	39°12'	063203	126406	1.5315	Sepiolit

*) Mineralele au fost determinate cu ajutorul radiaţiilor X.

proces istorico-geologic complex și de durată, în care deformațiile plastice și caracterul sedimentării trebuie să fi jucat un rol principal.

În cazul cutei diapire din zona Grădiște-Românești, se pare totuși că, în faza inițială de formare a cutei, forțele mecanice de compresiune au acționat în exclusivitate. Ceilalți factori geologici (subsidența, natura și grosimea sedimentelor etc.) s-au adăugat și au acționat ulterior. În această idee autorii consideră că diapirul de pe structura Românești s-a format în două stadii : în primul stadiu nucleul de argilă din centrul cutei (fig. 2) s-a format datorită forțelor de compresiune exercitate atît pe orizontală, cît și pe verticală. În această etapă, care ar corespunde ca timp burdigalianului și helvețianului, un rol important l-au jucat natura litologică a stratelor, competența și incompetența acestora. Astfel, argilele din partea superioară a oligocenului, prin proprietățile lor fizice de plasticitate, au constituit un mediu incompetent, propice declanșării unor presiuni interne pe verticală și formării unui sîmbure de străpungere. Stratele competente care au transmis argilei forțele de compresiune ale stresului sînt reprezentate prin gresii și marne nisipoase compacte, situate în baza helvețianului. Prinsă între aceste strate rigide, argila s-a comportat ca un material plastic presat între două plane, fiind forțată să curgă și, pentru că rezistențele minime s-au aflat în acoperiș, ea a curs ascensional, menținîndu-se aproape de verticală, străpungînd stratele de gresii și marne care o încorsetau. Străpungerea stratelor competente a fost favorizată, pe de o parte, de rezistența lor redusă, iar, pe de alta, de greutatea proprie a sedimentelor, care au împiedicat lățirea frontală a sîmburelui argilos, acesta menținîndu-se sub forma de pană. Aceasta ar fi o dovadă că străpungerea este efectul normal al avansării unui proces de cutare în care cuta diapiră apare cu o formă simetrică. Deci materialul plastic — argila — a fost capabil să transforme un stress lateral într-o presiune hidrostatică suficient de puternică, pentru a-l ajuta să străpungă ascensional stratele rigide adiacente.

Din figura 2 se observă că tortonianul stă discordant peste helvețian și că, la rîndul lui, este străpuns de sîmburele argilos.

Se consideră că la nivelul helvețianului forțele de compresiune ale stressului au stagnat și în consecință s-a oprit, parțial sau total, ridicarea sîmburelui de argilă. O dată cu creșterea în grosime a sedimentelor nou depuse (tortoniene, sarmațiene și, probabil, și pliocene) a crescut și sarcina acestora asupra stratelor-suport, astfel că echilibrul stabilit între mediul incompetent (argila) și cel competent (gresiile și marnele nisipoase) a fost din nou deranjat, fapt care a dus la o nouă ridicare a diapirului. Aceasta ar fi a doua etapă de formare a cutei diapire din zona Grădiște-Românești. În această etapă ridicarea sîmburelui de argilă a fost favorizată și de subțierea locală (nedepunere sau înlăturare prin eroziune) a depozitelor tortoniene, care au produs o descărcare locală de sarcină.

Se consideră deci că formarea cutei diapire ar fi rezultatul a două cauze : stressul de compresiune datorat cutărilor și sarcina sedimentelor aflate peste stratul plastic. Aceste două forțe au acționat independent și în perioade diferite de timp.

3. Concluzii

Cuta diapiră de pe structura Românești — depresiunea getică — are ca sîmbure de străpungere o argilă montmorillonitică și își datorează existența a două cauze :

— stressului de compresiune datorat cutărilor stirice ;

— sarcinii sedimentelor depuse peste stratul plastic.

Se consideră că formarea cutei s-a produs în două etape diferite ca timp :

— în prima etapă, care se încadrează ca timp în burdigalian helvețian, a acționat stressul ;

— în a doua etapă, post helvețiană, au acționat forțele gravitaționale determinate de sarcina sedimentelor noi, depuse peste stratul plastic.

BIBLIOGRAFIE

1. Arhanghelschi, A. D. Cîteva cuvinte despre geneza vulcanilor noroioși, Regiunea Tamansc. În : BMOIP, nr. 3—4, 1925.
2. Atwater, G. I. Nature and Grawth of Southern Louisiana Salt Domeș and its Effect on Petroleum accumulation. În : Bull. AAPG, **43**, nr. 11, 1959.
3. Billings, M. P. Structural Geology, Second Edition, 1954.
4. Biot, M. A. Theory of Folding of Stratified Viscoelastic. Media and its Implications, in Tectonics and Orogenesis. În : Geol. Soc. Am. Bull., 72, 1961.
5. Biot, M. A., Ode, H. și Roever, W. L. Experimental Verification of the Teory of Folding of Stratified Visco-elastic Media. În : Geol. Soc. Am. Bull., **72**, 1961.
6. Currie, J. B. Role of Concurent Deposition and Deformation of Sediments in Developement of Salt Dome. Graben. Structures. În : Am. Assoc. Petroleum Geologists Bull., **40**, 1956.
7. Currie, J. A., Patnode, H. W. și Trump, R. P. : Developement of Folds in Sedimentary Strata. În : Geol. Soc. Am. Bull., **73**, 1962.

8. Gubkin. I. M. Otcet o Gheologhiceskih Işledovaniah na Tamanscom Poluostrove. În: I.G.K., **32**, nr. 1, 1913.

9. Gubkin, I. M. Tectonica părţii de sud-est a Caucazului şi legătura ei cu regiunile petrogazeifere. ONTI, 1934.

10. Gussov, W. G. Energy Source of Intrusive Masses. În: Bull. AAPG, **49**, nr. 3, 1965

11. Halbouti, T. M. Salt Domes. Gulf Publishing Company — Houston, Texas, 1967.

12. Kosîghin, I. A. Tectonica Generală. Editura tehnică, Bucureşti, 1962.

13. Krjci, K. Der Bau des Rumänischen Olgebiete. În: Gelog. Rund., Band 16, Heft 1, S 1—16, 1926.

14. Motaş C. Studiu geologic complex al depresiunii getice, perspective de hidrocarburi şi propuneri de noi lucrări geologice. Ministerul Petrolului, 1966.

15. Mrazec, L. Despre cute cu sîmbure de străpungere. În: Bul. Soc. Ştiinţe — Bucureşti, **XVI**, 1907.

16. Nettleton, L. L., Fluid Mecanics of Salt Dome În: Bull. AAPG, **18**, nr. 9, 1934.

17. Orfescu, T. Raport geologic asupra rezultatelor lucrărilor de cercetare efectuate pînă la data de 15 octombrie 1968. Ministerul Petrolului, 1968.

18. Peterson, M. S., Experimental deformation and faulting in Wombeyan Marble. În: Geol. Soc. Am. Bull. **69**, 1958.

19. Pârvu, G. Studiu geologic complex al zăcămintelor de petrol şi gaze din formaţiunile miocene dintre Olt şi Olteţ. Teză de doctorat, 1970.

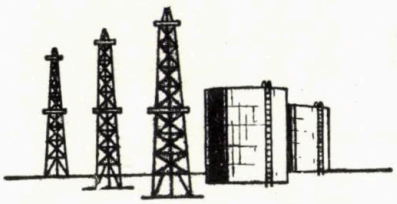
20. Roach, C. B. Intrusive Shale Rome in South Thornwell Field. În: Bull. AAPG **46**, nr. 12, 1962.

21. Shaub, H. P. The Northwertern Oil Basin of Borneo. Habitat of Oil. AAPG, 1958.

22. Sitter, L. U. Geologie Structurală. Ed. tehnică, Bucureşti, 1969.

23. Trushein, F. On the Mechanism of Salt Dome in Northern Germany. În: Bull. AAPG, **44**, nr. 9, 1960.

24. Williams, E. Intra-structural Flow and Convolute Folding. În: Geol. Mag., **97**, 1960.



Determinarea curbelor intrinseci ale formaţiunilor argiloase, pe bază de date culese la suprafaţă în timpul forajului

Gorun Manolescu

Într-o serie de lucrări [1, 2, 3], a fost tratată problema stabilirii greutăţii specifice a noroiului de foraj, necesară asigurării greutăţii pereţilor găurilor de sondă care traversează formaţiuni masive şi omogene. Din această categorie de formaţiuni fac parte şi cele de natură argiloasă, cu diverse umidităţi naturale, care se află puse în loc la adîncimi variabile.

Pentru calculul greutăţii specifice a noroiului de foraj, expus în lucrările citate, este necesar să se dispună de curbele intrinseci ale rocilor. În general, curbele intrinseci se determină cu ajutorul încercărilor mecanice executate pe eşantioane din roca care interesează. Acest mod de obţinere a curbelor intrinseci este dezavantajos, deoarece implică obţinerea unor carote şi, prin urmare, oprirea procesului de foraj. În plus, pentru efectuarea determinărilor, este necesară existenţa unei aparaturi relativ complicate, de care nu se poate dispune în condiţii de şantier.

Scopul prezentei lucrări este de a prezenta o metodă analitică de determinare a curbelor intrinseci, pe baza unor date culese în timpul forajului la suprafaţă, deci fără oprirea procesului tehnologic şi fără a fi necesar să se efectueze încercări de laborator decît în prima fază, pentru stabilirea unor curbe caracteristice unei structuri date.

La baza metodologiei ce va fi expusă în continuare stau încercările de laborator efectuate pe probe de natură argiloasă. Aceste încercări au avut drept scop ridicarea curbelor intrinseci ale probelor respective cu ajutorul metodei braziliene.

1. Ridicarea curbelor intrinseci pe probe de natură argiloasă, cu ajutorul metodei braziliene

Majoritatea cercetătorilor consideră că ipoteza de rupere a lui Mohr concordă cel mai bine cu rezultatele experimentale obţinute din determinările efectuate pe roci [4]. Din această cauză, precum şi datorită faptului că permite, între anumite limite şi cu mijloace simple, o reprezentare complexă a comportării materialului, ea este cel mai frecvent folosită în studiul proprietăţilor mecanice ale rocilor.

Problema principală constă în stabilirea înfăşurătorii cercurilor care caracterizează diversele stări de compresiune sau tracţiune triaxială la care roca cedează. Cu ajutorul acestei curbe, numită „curba intrinsecă", se poate caracteriza comportarea probabilă a unei roci aflate sub o solicitare complexă.

Reprezentarea grafică foloseşte, în mod curent, numai valorile minime şi maxime ale eforturilor unitare principale, ceea ce simplifică mult aparatura de experimentare din laborator. Pentru stabilirea curbei intrinseci, în forma cea mai completă, ar trebui executate încercări triaxiale cu : $\sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$. În ultimul timp astfel de încercări s-au extins într-o serie de ţări [5, 6, 7], dar ele necesită o aparatură complicată. O răspîndire mai largă au căpătat încercările triaxiale, la care se reproduce starea de tensiuni : $\sigma_1 = \sigma_2 \neq \sigma_3$, sau cele biaxiale cu $\sigma_1 \neq \sigma_3$ [7, 8]. Încercările biaxiale au avantajul de a fi uşor de realizat din punctul de vedere al aparaturii necesare determinărilor. Experimentele au arătat că tensiunea principală medie are o influenţă evidentă asupra rezultatelor încercărilor [9]. În acelaşi timp însă, spre deosebire de alte materiale (metale, beton), structura rocilor cu numeroase defecte determină o dispersie mare a rezultatelor, chiar la încercările pe epruvete din acelaşi material. Prin urmare, la determinările executate pe eşantioane de roci, precizia trebuie să fie privită prin prisma acestei dispersii inerente, care este acceptată. Astfel, pentru încercările pe roci, conform proiectului de standard internaţional [10], se admite un coeficient de variaţie de maximum 0,30, în timp ce la beton şi la metale el este mult mai mic. În consecinţă, prin prisma celor relatate, răspîndirea încercărilor biaxiale pentru ridicarea curbelor intrinseci, dictată de simplitatea aparaturii de laborator, este justificată şi din punctul de vedere al rezultatelor obţinute. Metoda cunoscută sub numele de „braziliană" [11] face parte din categoria încercărilor biaxiale şi este larg folosită în încercarea betoanelor şi a pămînturilor stabilizate cu ciment [12].

În lucrarea unor cercetători români [13] se încearcă extinderea, cu rezultate bune, a acestei metode şi la determinări executate pe roci de natură argiloasă.

În principiu, metoda comportă următoarele încercări :

Epruvetele cilindrice se încearcă la compresiune monoaxială, obținîndu-se rezistența la compresiune simplă, σ_c. Alte epruvete cilindrice se încearcă pe direcția perpendiculară generatoarei. Ruperea se produce într-un plan vertical longitudinal. Prin încercarea pe direcția perpendiculară generatoarei, în planul de rupere apar eforturi unitare de întindere și de compresiune.

Prin cele două încercări menționate se determină două cercuri de rupere, la care curba intrinsecă trebuie să fie tangentă (fig. 1).

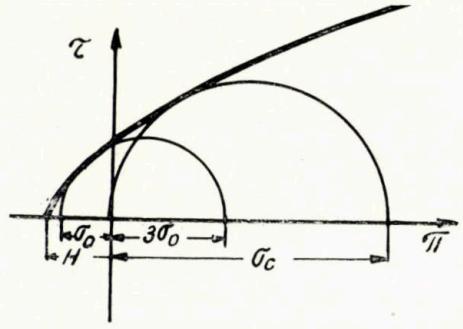


Fig. 1. Trasarea curbei intrinseci în metoda braziliană.

În literatura de specialitate se consideră că se pot obține mai multe tipuri de curbe pe baza acestor încercări. Cele mai curent utilizate sînt parabola [14, 15], cu ecuația generală :

$$\tau = [\lambda(\sigma + \sigma_t)]^{1/2} \tag{1}$$

unde :

τ este efortul unitar tangențial ;

σ — efortul unitar normal ;

λ — parametrul parabolei ;

σ_t — efortul unitar maxim de întindere ;

și cicloida [17], cu ecuația generală :

$$\left.\begin{aligned} \sigma + \sigma_t &= \frac{1}{2} C\,(4\varphi - \sin 4\varphi) \\ \sigma &= C\,(1 - \cos 4\,\varphi) \end{aligned}\right\} \tag{2}$$

unde C reprezintă diametrul cercului generator al cicloidei, iar 4φ unghiul de rostogolire.

Așa cum se arată în literatura de specialitate [15], diferențele dintre aceste două tipuri de ecuații sînt minime. Din acest motiv, majoritatea cercetătorilor apelează la forma parabolică, care prezintă o serie de avantaje din punctul de vedere al exprimării directe a parametrilor curbei în funcție de rezultatele obținute experimental.

Ecuația generală a parabolei mai poate fi pusă și sub forma :

$$\tau^2 = \lambda(\sigma + \sigma_t) \tag{3}$$

Stabilirea parametrilor λ și σ_t depinde de condițiile de experimentare, care trebuie să furnizeze puncte ale curbei propriu-zise sau elemente pentru trasarea cercurilor de rupere la care curba intrinsecă este tangentă.

Din condițiile de tangență la cele două cercuri de eforturi unitare, determinate experimental prin metoda braziliană :

$$\left.\begin{aligned} \tau^2 + \left(\sigma - \frac{\sigma_c}{2}\right)^2 &= \left(\frac{\sigma_c}{2}\right)^2 \\ \tau^2 + (\sigma - \sigma_t)^2 &= (2\,\sigma_t)^2 \end{aligned}\right\} \tag{4}$$

unde σ_c este efortul unitar normal de cedare la compresiune simplă, se obține ecuația :

$$\tau^2 = \sigma_c A\,(\sigma + \sigma_t) \tag{5}$$

unde :

$$A = 2K + 1 - 2\sqrt{K^2 + K} \tag{6}$$

$$K = \frac{\sigma_t}{\sigma_c} \tag{7}$$

$$\sigma_t = \frac{\sigma_c\,(1 - 8K_1 + 48\,K_1^2 - 128K_1^3 + 256\,K_1^4)}{8\,(1 - 2\,K_1 - 16\,K_1^2 + 32\,K_1^3)} \tag{8}$$

$$K_1 = \frac{\sigma_0}{\sigma_c}, \tag{9}$$

σ_0 fiind efortul unitar normal de cedare la tracțiune, determinat din încercările executate pe plan vertical generatoarei probelor.

În mod curent, se folosește relația simplificată în care se asimilează σ_t cu σ_0 și care dă rezultate destul de bune. În acest caz, ecuația parabolei devine :

$$\tau^2 = \sigma_c A_1(\sigma + \sigma_0), \tag{10}$$

unde :

$$A_1 = 2K_1 + 1 - 2\sqrt{K_1 + K_1^2} \tag{11}$$

De asemenea, relația (10) mai poate fi pusă și sub forma :

$$\sigma = D\tau^2 - \sigma_0, \tag{12}$$

în care :

$$D = \frac{1}{A_1 \sigma_c}. \tag{13}$$

Metoda braziliană, expusă mai sus, a fost folosită pentru a se determina curbele intrinseci pe probe de natură argiloasă cu diverse umidități. Probele pe care s-au făcut încercările au fost probe simulate. Prepararea acestora s-a executat după tehnologia descrisă în lucrările [2, 3]. Probele au fost alcătuite din humă de Teișani, la care s-a adăugat apă în proporția dorită. Consolidarea acestora s-a executat într-o celulă de presiune cu ajutorul unei mașini de încercat rezistența materialelor.

În tabela 1 sînt prezentate datele necesare pentru trasarea curbelor intrinseci, pentru probe de natură argiloasă simulate, cu umidități

TABELA 1

Date pentru trasarea curbelor intrinseci

Umiditatea medie, %	Densitatea medie aparentă (d_a), kg/dm³	σ_0 mediu, kg/cm²	D mediu, kg/cm²
8,2	2,23	7,50	0,062
13,1	2,20	5,10	0,081
18,0	2,08	1,71	0,140
23,4	2,02	1,43	0,182

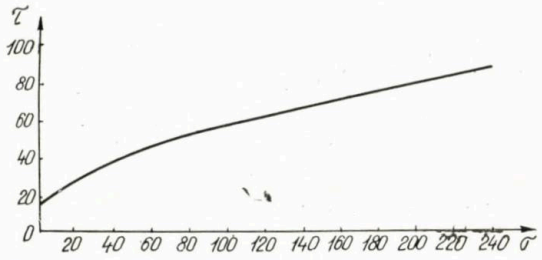


Fig. 2. Curbă intrinsecă pentru argilă cu 8% apă.

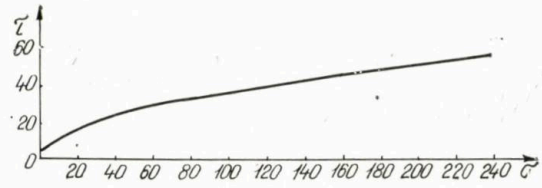


Fig. 3. Curbă intrinsecă pentru argilă cu 13% apă.

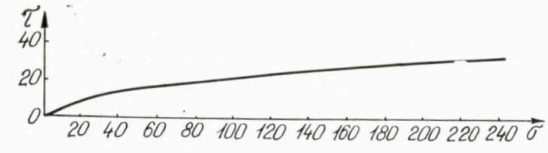


Fig. 4. Curbă intrinsecă pentru argilă cu 18% apă.

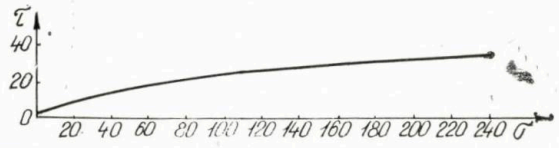


Fig. 5. Curbă intrinsecă pentru argilă cu 23% apă.

medii de : 8,2%, 13,1%, 18% și 23,4%. Datele prezentate în tabela 1 reprezintă media rezultatelor pentru patru încercări efectuate pe fiecare tip de probă. În aceeași tabelă sînt trecute și densitățile aparente medii, corespunzătoare celor patru tipuri de probe analizate.

În figurile 2, 3, 4 și 5 sînt prezentate curbele intrinseci obținute pe baza datelor din tabela 1.

2. Stabilirea relației dintre parametrii D și σ_0 și densitatea aparentă

Din datele prezentate în tabela 1, se poate observa că dacă se reprezintă, în coordonate dublu logaritmice, funcțiile : $D = f(d_a)$ și $\sigma = f(d_a)$, se obțin dreptele din figurile 6 și 7. Ecuațiile acestor drepte, pentru probele de roci analizate, sînt :

$$D = 9{,}9 \cdot 10^{-6} \, (1/d_a)^{10{,}47} \qquad (14)$$

$$\sigma_0 = 7{,}8 \cdot 10^{-6} \, (d_a)^{17{,}1} \qquad (15)$$

Modul analitic de stabilire a acestor ecuații este redat în anexa lucrării.

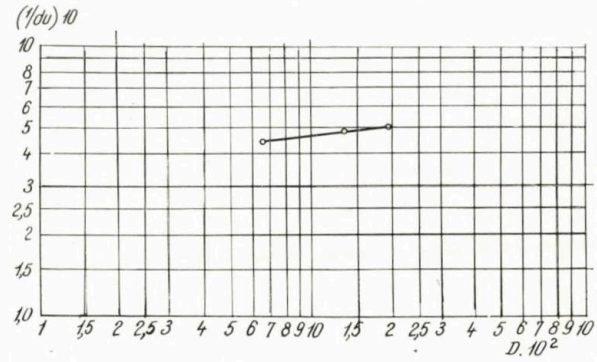


Fig. 6. Reprezentarea $D = f(1/d_a)$

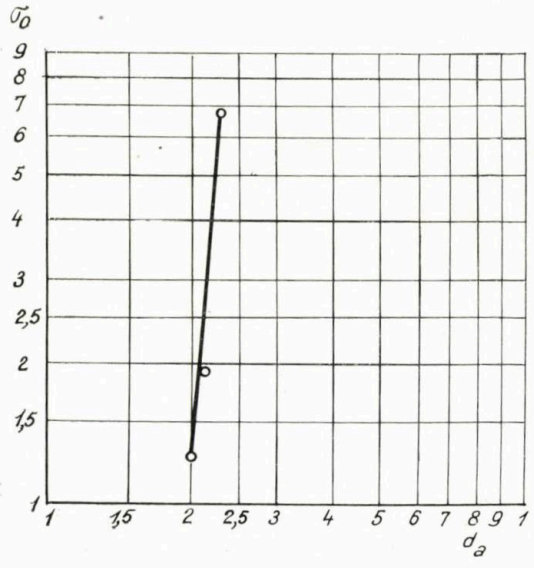


Fig. 7. Reprezentarea $\sigma_0 = f(d_a)$

În concluzie, se poate spune că, pentru una și aceeași formațiune argiloasă, parametrii D și σ_0 necesari trasării curbelor intrinseci, variază în funcție de densitatea aparentă după niște ecuații de forma :

$$D = B \, (1/d_a)^{y} \qquad (16)$$

$$\sigma_0 = B' \, (d_a)^{y'}, \qquad (17)$$

unde B, D', y și y' reprezintă niște constante caracteristice rocilor analizate, d_a fiind densitatea aparentă.

3. Modul de obținere a curbei intrinseci, în condiții de șantier, pe baza măsurării densității aparente a detritusului separat la sită

Se știe [16, 17, 18, 19] că densitatea aparentă a detritusului argilos separat la sita vibratoare

depinde de conținutul de apă al formațiunilor argiloase și, prin urmare, de gradul de compactizare al acestora. Deci, pentru formațiuni argiloase de aceeași natură, aflate la diverse adîncimi, măsurarea densității aparente a detritusului argilos separat la sita vibratoare va indica dacă formațiunea argiloasă aflată la o anumită adîncime s-a compactizat sau nu normal în raport cu adîncimea de punere în loc și, prin urmare, dacă față de adîncimea la care se află, apa a fost sau nu eliminată normal în decursul scufundării formațiunii.

Pentru determinarea densității aparente a detritusului argilos separat la sită se folosesc două metode: măsurarea densității aparente cu ajutorul unei coloane calibrate de fluid și măsurarea densității aparente cu ajutorul unei pompe de mercur [18]. Trebuie menționat faptul că detritusul argilos necesar determinărilor amintite este supus unei prelucrări și selectări speciale pentru a îndepărta pelicula de hidratare apărută în timpul transportului acestuia de către fluidul de spălare.

Așa cum s-a observat din cele expuse la punctul 2, pentru o formațiune argiloasă de aceeași natură care însă prezintă diverse umidități naturale și, în consecință, diverse densități aparente, parametrii D și σ_0 necesari trasării curbelor intrinseci pot fi exprimați în funcție de densitatea aparentă după niște ecuații de forma (16) și (17). Deci, pentru o anumită structură, prin extragere de carote din formațiunile argiloase de aceeași natură, cantonate la diverse adîncimi, se pot determina, prin metoda braziliană, care prezintă avantajul simplității și al operativității față de alte metode similare, parametrii D și σ_0, precum și corelația dintre acești parametri și densitatea aparentă pentru cîteva dintre sondele săpate la început pe structura respectivă. Astfel se pot obține coeficienții B, B', y, y', care caracterizează formațiunile argiloase. Cunoscînd acești coeficienți și folosind în continuare relațiile (16) și (17), precum și densitatea aparentă a detritusului argilos separat la sita vibratoare, se vor putea determina, pentru sondele ce se vor săpa ulterior pe aceeași structură, parametrii D și σ_0, fără a mai fi necesară oprirea procesului tehnologic pentru extragerea de carote mecanice și evitîndu-se de asemenea și încercările de laborator. Mai departe, cu parametrii D și σ_0 astfel obținuți și folosind relațiile (12) sau (10), se poate trasa curba intrinsecă pentru formațiunea care interesează.

Trebuie remarcat, în încheiere, că metodologia de trasare a curbelor intrinseci pentru formațiunile argiloase, prezentată în lucrarea de față, s-a bazat pe date obținute în condiții de laborator pe probe simulate. Din acest motiv, confirmarea aplicabilității ei nu va putea veni decît odată cu reluarea experiențelor pe carote extrase din formațiunile argiloase reale.

Avînd în vedere interesul deosebit pe care îl prezintă obținerea curbelor intrinseci ale formațiunilor argiloase din punctul de vedere al calculului greutății specifice a noroiului de foraj, necesară pentru asigurarea stabilității găurii de sondă, precum și comoditatea și modul expeditiv al metodei preconizate, această metodă ar putea deveni extrem de utilă dacă va fi confirmată prin încercări pe probe reale.

ANEXA

1. **Modul de stabilire a ecuațiilor** $D = F(1/d_a)$ $SI = F(d_a)$

În continuare va fi redat modul analitic de stabilire a relațiilor (14) și (15), pe baza datelor primare cuprinse în tabela 1.

Cele două relații au forma generală:

$$D = \frac{1}{B_1}(1/d_a)^Y = B(1/d_a)^Y \tag{1}$$

$$\sigma_0 = \frac{1}{B_1'}(d_a)^{Y'} = B'(d_a)^{Y'}. \tag{2}$$

Ecuațiile (1) și (2) sînt niște ecuații exponențiale cu exponent constant, de forma generală:

$$\left.\begin{aligned} W &= Bv^m \\ m &= ct \end{aligned}\right\} \tag{3}$$

O ecuație de forma (3) poate fi exprimată și prin:

$$\log W = \log B + m \log v, \tag{4}$$

care, prin schimbarea variabilelor:

$$Z = \log W$$

$$U = \log v$$

capătă forma liniară:

$$\left.\begin{aligned} Z &= a_0 + a_1 U \\ a_0 &= \log B \\ a_1 &= m \end{aligned}\right\} \tag{5}$$

Ecuației (5) i se poate aplica metoda erorii pătratice minime pentru determinarea constantelor a_0 și a_1.

Se va expune, pe scurt, metoda menționată.

Calculul urmărește, în cadrul acestei metode, ca suma abaterilor pătratice ale valorilor reale Z_r, față de valorile calculate Z_c ce se vor situa pe dreapta ce urmează a fi trasată, să fie minimă.

Utilizarea pătratelor abaterilor se explică prin faptul că, la puterea întîi, acestea pot fi atît pozitive cît și negative, iar suma lor poate fi egală cu zero pentru multe drepte, inclusiv și pentru cea care modelează total necorespunzător corelația studiată. Minimului sumei abaterilor pătratice îi corespunde o singură dreaptă.

În acest fel, estimarea constantelor ecuației are în vedere:

$$\sum_{s=1}^{s=p}(Z_{rs} - Z_{cs})^2 = \sum_{s=1}^{s=p}\varepsilon_s^2 = \text{minim}, \tag{6}$$

dar:

$$\varepsilon_s = Z_{rs} - (a_0 + a_1 U_s),$$

deci trebuie calculat minimul expresiei:

$$\sum_{s=1}^{s=p}\varepsilon_s^2 = \sum_{s=1}^{s=p}[Z_{rs} - (a_0 + a_1 U_s)]^2. \tag{7}$$

După cum se poate observa, suma pătratică a abaterilor depinde de valorile a_0 și a_1, care în cazul de față devin variabile:

$$\sum_{s=1}^{s=p}[Z_{rs} - (a_0 + a_1 U_s)]^2 = F(a_0, a_1). \tag{8}$$

Derivatele parțiale ale funcției $F\ (a_0,\ a_1)$ vor trebui să se anuleze pentru a determina minimul funcției (8):

$$\frac{\partial F}{\partial a_1} = 2 \sum_{s=1}^{s=p} [Z_{rs} - (a_0 + a_1 U_s)]\ U_s = 0 \qquad (9)$$

$$\frac{\partial F}{\partial a_0} = -2 \sum_{s=1}^{s=p} [Z_{rs} - (a_0 + a_1 U_s)] = 0 \qquad (10)$$

sau, după transformări:

$$a_1 \sum_{s=1}^{s=p} (U_s)^2 + a_0 \sum_{s=1}^{s=p} U_s = \sum_{s=1}^{s=p} U_s\, Z_{rs} \qquad (11)$$

$$a_1 \sum_{s=1}^{s=p} U_s + p a_0 = \sum_{s=1}^{s=p} Z_{rs}. \qquad (12)$$

Din sistemul format din ecuațiile (11) și (12) se pot calcula valorile constantelor a_0 și a_1.

În continuare va fi redat, sub formă de tabele, calculul necesar determinării constantelor B_1, B_1', Y și Y' din ecuațiile (1) și (2).

2. Determinarea constantelor B și Y

$Dr \cdot 10^3$	$1/d_a \cdot 10$	Z_{rs} log (1)	U_s log (2)	U_s^2 $[\log (2)]^2$	$Z_{rs} \cdot U_s$ log (1) log (2)	$a_0 = \log B_1$	$a_1 = y$	y: log (2)	log D_c (9)−(7)	D_c	D_r	$\varepsilon = \frac{D_c}{D_r}$ %
62	4,48	1,79239	0,65128	0,42416	0,16734	5,006	10,47	6,81890	1,81290	65	62	+4,8
81	4,54	1,90849	0,65706	0,43173	1,25399			6,87942	1,87342	74,7	81	−8,8
140	4,80	2,14613	0,68124	0,46408	1,46203			7,13258	2,12658	133,8	140	−5,5
182	4,98	2,26007	0,69723	0,48613	1,57578			7,29999	2,29399	196,8	182	−8,1
		= 8,10608	= 2,68681	= 1,80610	= 5,45914			$a_1 = 10,47$		$a_0 = -5,006$		

$1,80610\ a_1 + 2,68681\ a_0 = 5,45914$
$2,68681\ a_1 + 4\ a_0 = 8,10608$

$b_1 = 100150$ $\qquad B = \frac{1}{B_1} = 9,9 \cdot 10^{-6}$

3. Determinarea constantelor B' și Y'

σ_{0r}	d_a	Z_{rs} log (1)	U_s log (2)	U_s^2 $[\log (2)]^2$	$Z_{rs} U_s \cdot$ log (1). log (2)	$a_0 = \log B_1'$	$a_1 = Y'$	Y' log (2)	log σ_{0c} (9)−(7)	σ_{0c}	σ_{0r}	$\varepsilon = \frac{\sigma_{0c}}{\sigma_{0r}}$ %
7,5	2,23	0,87506	0,34830	0,12131	0,30478	5,12	17,1	5,95593	0,83593	6,85	7,5	−8,7
5,1	2,20	0,70757	0,34242	0,11725	0,24228			5,85538	0,73538	5,44	5,1	+ 6,6
1,71	2,08	0,23300	0,31806	0,10116	0,07411			5,43882	0,31882	2,08	1,71	+20,0
1,43	2,02	0,15534	0,30535	0,09324	0,04743			5,22148	0,10148	1,26	1,43	−12,0
		1,97097	1,31413	0,43296	0,66860			$a_1 = 17,1$		$a_0 = -5,12$		

$0,43296\ a_1 + 1,31413\ a_0 = 0,66860$
$1,31413\ a_1 + 4\ a_0 = 1,97097$

$B1' = 131\,000$ $\qquad B' = \frac{1}{B_1'} = 7,8 \cdot 10^{-6}$

BIBLIOGRAFIE

1. Manolescu Gorun, În: Petrol și gaze, **20**, nr. 11, 1969.
2. Manolescu Gorun, În: Studii și cercetări de mecanică aplicată, **29**, nr. 4 și 5, 1970.
3. Manolescu Gorun, Autoreferat la teza de doctorat: Contribuții la problema stabilității găurilor de sonde. I.P.G.G. București, 1969.
4. Stamatiu, M., Mecanica rocilor. București, Editura didactică și pedagogică, 1962.
5. Bucheim, W. Vorstudie fur Entwicklung eines Gerätes zur Untersuchung des physikalischen Eigenchaften von Gesteine in triaxialen spannungs Zustände. Inst. fur Theorat. Phys. and Geophys. der Bergakademie, Freiberg, 1961.
6. Prince, H. J. A Study Rock Properties in Conditions of Triaxial Stress. Mechanical Properties of Non-metalic Brittle Materiales. Londra, 1958.
7. Slonțeva, G. A. Usoversențvovanie metodiki ispîtanii malîh obrazțov na trehosnoe dvuhosnoe sjatil v usloviah prostogo i slojnogo nagrujenia, Tr. Leningr. politehn., nr. 2 II, 1960.
8. Vinogradon, I. N. și Iaghi, P. În: Zavodskaia laboratoria, nr. 8, 1955.
9. Goldștein, M. N. și Babițkaia, S.S. Metodika ispîtania sviazniîh gruntov na procinost, Vîprosî gheotehniki, nr. 6, D.I.T.J.T., Transjelgorizdat, 1963.
10. Protodiakonov, M. M. Metodî ispîtania procinosti gornîh porod na srez. Mehaniceskie stvoistva gornîh porod. Izd. Akademii nauk C.C.C.P., Moscova, 1963.
11. Caniaro, Barcellas, Rezistance ă la traction des betons. Rio de Janeiro, Inst. Nacional de Technologhia, 1949.
12. * * * Normativ pentru proiectarea și executarea straturilor din pămînt stabilizate cu ciment la lucrări de drumuri. În: Buletin CSCAS, III, 1962.
13. Stănescu, A., Munteanu, A., Militaru, A. În: Studii și cercetări de mecanică aplicată, **24**, nr. 1, 1967.
14. Tallobre, M. Mecanique theoretique des soches, Paris, Dunod, 1954.
15. Ruppeneit, K. V. Mehaniceskie svoistva gornîh porod. Moscova, Ugletehnizdat, 1956.
16. Boatman, Jr., W. A. În: Petrol Technol. noiemb. 1970.
17. Boatman, Jr., W. A. În: World Oil, **165**, aug., 1967.
18. Griffin, D. G. și Baezer, D. A. În: J. Petrol. Technol. noiemb. 1969.
19. Overton, H. L. În: Oil Gas J., **68**, iun. 29, nr. 26, 1970.

Proiectarea şi construcţia echipamentului de adîncime şi de suprafaţă pentru sondele utilizate în procesele termice

C. Moroşanu

Condiţiile excesive de temperatură la care este supus echipamentul sondelor în timpul exploatării zăcămintelor prin metodele termice creează condiţii în care acesta să fie foarte serios solicitat.

Solicitările la care este supus utilajul sondelor sînt următoarele:

— dilatarea echipamentului de adîncime care, în anumite condiţiuni, conduce la flambajul materialului tubular, la smulgeri din cepuri şi mufe, ruperi de coloane sau ţevi de extracţie, curgeri la filete etc.;

— coroziunea utilajului de adîncime sub acţiunea unor gaze, ca: O_2. H_2S, CO_2, H_2, NO_2 etc., rezultate din procesele de combustie, creînd fisurări de tensiune în echipamentul tubular, distrugerea elastomerilor, a materialelor de etanşare etc.;

— agresiune electrică şi galvanică asupra oţelurilor.

În aceste condiţii este necesară o concepţie tehnică adecvată pentru completarea sondelor exploatate prin metodele termice, deoarece actuala construcţie nu răspunde solicitărilor la care este supus echipamentul.

Proiectarea echipamentului de adîncime

În articolul precedent s-au enunţat unele criterii privind proiectarea şi construcţia coloanelor, structura şi compoziţia materialului tubular, precum şi cîteva idei noi în proiectarea coloanelor de sonde.

În continuare se vor prezenta unele concepţii moderne în domeniul completării sondelor termice, şi anume:

1. *Protecţia coloanelor împotriva solicitărilor termice care au loc în timpul stimulării sondelor*

Protecţia coloanelor trebuie astfel efectuată, încît solicitările termice să rămînă sub punctul critic.

Cele mai importante metode sînt procedeele utilizate în scopul reducerii transferului de căldură de la ţevile de extracţie la coloane, şi anume:

a. Alegerea corectă a dimensiunilor coloanei şi a ţevilor de extracţie.

b. Utilizarea de centrori pe ţevile de extracţie pentru a preveni formarea de „locuri fierbinţi", acolo unde coloana de tubaj şi ţevile de extracţie sînt în contact. S-au făcut o serie de experienţe, căutînd mijloace de a reduce pierderile de căldură din tubing, în scopul evitării creşterii temperaturii coloanelor. Măsurătorile s-au făcut cu o celulă de radiaţie. Dispozitivul experimental a constat dintr-o bucată de burlan cu $\theta = 7"$, lungă de 3 m, închisă la partea inferioară şi scufundată într-un rezervor cu apă. În interiorul acestui burlan axial s-a introdus o bucată de tubing avînd $\theta = 2.7/8"$, în care s-a fixat un încălzitor electric cu o capacitate termică de 2 400 kcal/h. Variaţiile de căldură transmise prin pereţii ţevii de extracţie cu $\theta = 2.7/8"$ au fost măsurate cu ajutorul unor termocuple.

Experienţe asemănătoare s-au efectuat cu bucăţi de ţevi de extracţie de diferite mărimi ca diametre.

Din aceste experienţe se poate deduce că metoda cea mai bună pentru reducerea transmisiei căldurii la coloană constă în stabilirea unei bariere termice. Cea mai practică pentru aplicaţiile de şantier este utilizarea unui tubing exterior, concentric cu ţevile de injecţie.

c. Reducerea schimbului de căldură dintre ţevile de extracţie şi coloane se poate realiza prin diminuarea cantităţii de radiaţie din spaţiul inelar, deci prin descreşterea valorii coeficientului de emisie a suprafeţei exterioare ţevilor de extracţie. O suprafaţă care absoarbe toată energia radiantă, are coeficientul de emisivitate (de emisie) egal cu unitatea. Dacă o suprafaţă reflectă toată radiaţia primită, valoarea coeficientului de emisie este egală cu zero.

Suprafeţele reale au valorile de emisie $0 < \varepsilon < 1$.

Nici un corp cunoscut nu este un material perfect radiant. Pentru o suprafaţă dată, acesta primeşte energie calorică de la toate obiectele înconjurătoare şi, în acelaşi timp, radiază căldură la toate corpurile învecinate.

Transferul de căldură real rezultat prin radiaţie este egal cu:

$q_r = 0{,}173 \times 10^{-8} \cdot A\ \varepsilon_f (T_1^4 - T_2^4)$; în kcal/m² — oră, în care:

ε_f este coeficientul de emisie al corpului;

A — aria suprafeţei radiante, m².

T_2 — temperatura din spaţiul inelar;

T_t — temperatura ţevilor de extracţie;

În cazul unor cilindrii concentrici [1], în care suprafaţa exterioară a cilindrului exterior reflectă prin difuzie căldură, radiaţia totală

pe unitate de suprafață exterioară a cilindrului interior va fi :

$$q_r = 0{,}173 \times 10^{-8} \cdot A \frac{\varepsilon_1 \cdot \varepsilon_2 (T_1^4 - T_2^4)}{\varepsilon_2 + \varepsilon_1 (1 - \varepsilon_2) \frac{r_1'}{r_2}},$$

în care :

r_1' este diametrul exterior al cilindrului interior (al țevilor de extracție) ;

r_2 — diametrul interior al cilindrului exterior (coloanei).

L e u t w y l e r [2] a demonstrat că puterea de emisie a țevilor de extracție, îmbrăcate într-o manta de aluminiu și centrate într-o coloană înegrită, a fost cu 53 % mai redusă în raport cu cea obținută pentru țevile de extracție neizolate.

Reduceri însemnate ale temperaturilor din coloane au fost obținute experimental prin aplicarea unor materiale de reflecție pe exteriorul țevilor de extracție sau prin diverse izolări ale acestora. Rezultatele obținute [3] sînt prezentate în figura 1.

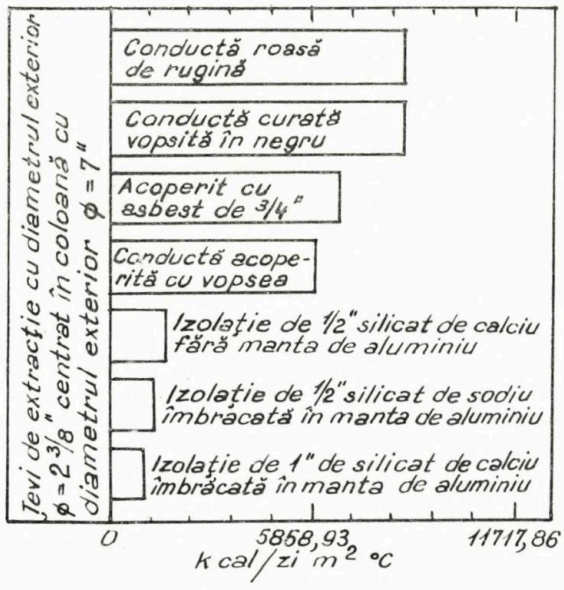


Fig. 1. Coeficientul total al schimbului de căldură al țevilor de extracție, al coloanei și al spațiului inelar [3].

Învelișurile subțiri de noroi sau de țiței conduc la creșterea intensității radiației. Într-un experiment de laborator, s-a constatat că acoperirea unei foițe subțiri de aluminiu cu vopsea de in a condus la creșterea puterii de emisie de la 0,087 la 0,561. Ținînd seama de acest experiment, precum și de gradul obișnuit de curățenie cu care se introduc țevile de extracție în sonde, la schelele noastre, eficacitatea unui înveliș reflectant aplicat pe materialul tubular va fi redusă în mod esențial, dacă nu se iau măsurile corespunzătoare la introducerea garniturii.

Radiația poate fi eliminată dacă spațiul inelar al coloanei este umplut cu o substanță care să nu permită transmisia energiei calorice. Asemenea, substanță poate fi solidă, lichidă sau gazoasă. Ramey a experimentat o asemenea izolație, introducînd în coloană — perlită, un material granular care are o conductivitate termică de circa 0,01008 kcal/°C m² oră, deci un bun izolant.

Utilizarea perlitei ca material izolant în spațiul inelar este destul de dificilă, în practica șantierelor noastre, în vederea protecției coloanelor la sondele stimulate termic.

d. Conducția și convecția au un rol important în transmisia căldurii de la țevile de extracție la coloană, în timpul exploatării sondelor prin metode termice.

Sub efectul convecției naturale are loc mișcarea fluidului provocată de variația greutății specifice cu temperatura. În spațiul inelar dintre coloane, fluidul din apropierea țevilor de extracție este mai puțin dens decît la mijlocul spațiului inelar, tinzînd să se ridice. La contactul cu peretele coloanei, fluidul este mai rece și mai dens, avînd tendința să coboare. Cantitatea de fluid în mișcare depinde în primul rînd de viscozitatea fluidului și descrește pe măsură ce crește viscozitatea.

S-au fabricat și s-au experimentat geluri cu țiței stabile din punct de vedere termic, foarte vîscoase la temperaturi înalte, ceea ce reduce în mare parte mișcarea fluidului în spațiul inelar. Nu sînt date experimentale suficiente pentru a putea evalua eficiența acestor geluri, în vederea reducerii transferului de căldură din coloană, într-o perioadă mai mare de timp. Totuși din datele experimentale se constată că aceste geluri sînt bune izolante.

Pentru a se cunoaște mai bine mecanismul de reducere a transferului de căldură de la țevile de extracție la coloană prin convecție și utilizarea unor izolanți în spațiul inelar, trebuie cunoscută valoarea coeficientului total al schimbului termic :

$$\frac{1}{U} = \frac{1}{\lambda_1} + \frac{(r_1' - r_1)}{\lambda_t} + \frac{1}{\lambda_{tc} + \lambda_r},$$

în care :

λ_1 este coeficientul transferului de căldură dintre fluidul din țevile de extracție și peretele acestora, kcal/oră m²°C ;

r_1 — raza interioară a țevilor de extracție, m ;

r_1' — raza exterioară a țevilor de extracție, m ;

λ_t — conductivitatea termică a țevilor de extracție, kcal/oră m²°C,

λ_{tc} — coeficientul transferului de căldură prin convecție, dintre țevile de extracție și coloană, într-un mediu fluid în mișcare kcal/oră m²°C ;

λ_r — coeficientul transferului de căldură prin radiaţie, dintre ţevile de extracţie şi coloană, kcal/oră/m°/C.

U — coeficientul total al schimbului termic.

În această situaţie coeficientul total al transferului de căldură include coeficientul transmisiei termice prin convecţie, conductivitate şi radiaţie.

În mod operativ temperatura coloanei este determinată cunoscînd temperatura medie a formaţiei şi a fluidului din ţevile de extracţie.

În cazul sondelor utilizate pentru injecţiile ciclice de abur, determinarea valorii temperaturii

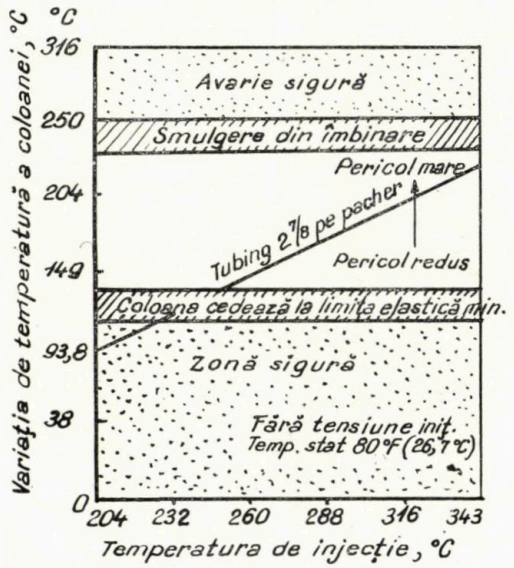


Fig. 2. Indicaţii pentru protejarea sondelor tubate cu coloane de calitate J-55 cu filet şi mufe scurte [4].

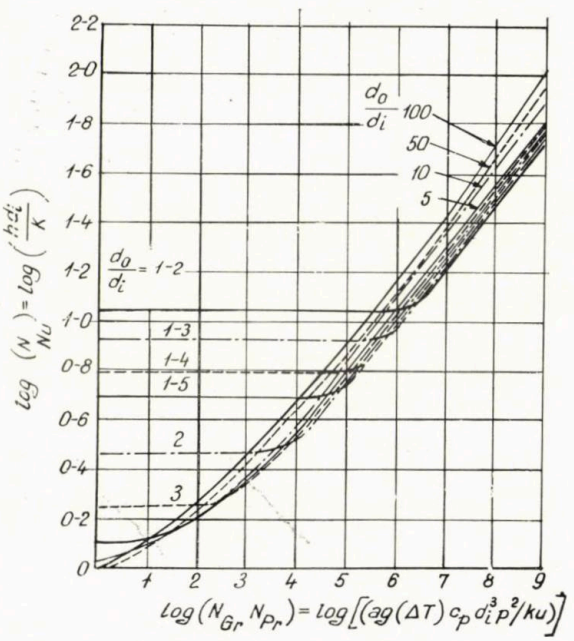


Fig. 3 Relaţiile privind transmisia căldurii prin convecţie naturală în spaţiul inelar dintre doi cilindri concentrici (după Fishenden şi Saunders).

coloanei se face cunoscînd raportul dintre diametrul interior al coloanei şi diametrul exterior al ţevilor de extracţie : adică $\frac{d_0}{d_i}$ precum şi valoarea log. ($N_{Gr} \cdot N_{Pr}$). Determinarea numărului (Nu) se face cu ajutorul diagramei din figura 3, conform metodologiei lui Leutwyler [5]. În acest mod poate fi calculat coeficientul total al conductivităţii termice dintre ţevile de extracţie şi coloană.

e. Reducerea temperaturii coloanei se poate efectua prin utilizarea packerelor termice.

În unele şantiere s-a reuşit astfel să se protejeze coloanele încît temperatura de injecţie să nu depăşească 260°C.

Pentru temperaturi peste 260°C nu se mai poate asigura o protecţie suficientă pentru coloane. În unele experimente de şantier [4] s-a constatat pericolul de avariere a materialului tubular pentru temperaturi de 204 — 343°C. Aşa cum rezultă din figura 2, pericolul de avariere este mare la temperatura de 350°C.

Protecţia coloanei se poate face prin izolarea termică a ţevilor de extracţie sau prin umplerea spaţiului inelar cu un fluid izolator.

Multe uleiuri au o conductibilitate termică redusă, de circa 0,129 kcal/m²h°C. Convecţia poate mări transferul de căldură de 10÷20 ori faţă de conductibilitatea moleculară. Ca atare uleiurile constituie izolanţi nesatisfăcători. Convecţia fiind invers proporţională cu viscozitatea, rezultă că un ulei cu o viscozitate ridicată, la temperaturi mari, va avea o conductibilitate termică aparent redusă. În figura 4

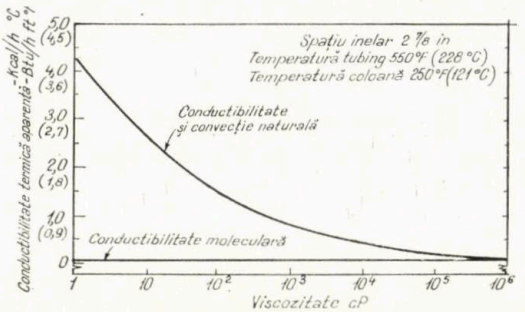


Fig. 4. Variaţia conductibilităţii termice aparente cu viscozitatea uleiurilor.

se arată variaţia conductibilităţii aparente în funcţie de temperatură pentru uleiul utilizat. Experimentul s-a efectuat într-un spaţiu inelar cu ∅ = 2,7/8", ţevile de extracţie avînd o temperatură de 228°C, iar temperatura coloanei înregistrînd 121°C.

Utilizarea acestui ulei drept fluid izolant se execută avînd spaţiul inelar ermetizat în partea sa inferioară, cu ajutorul unui packer etanş.

Pentru protecţia coloanelor împotriva solicitărilor termice, literatura de specialitate (4, 6, 7) citează cîteva construcţii ale echipamentului de adîncime, care să permită mişcarea ţevilor de extracţie, utilizîndu-se diverse sisteme de etanşare cu ajutorul packerelor.

În figura 5 este prezentat un dispozitiv de etanșare cu packer compus dintr-un cep de etanșare legat de liner și un „receptacol-mufă" la țevile de extracție, avînd posibilitatea de spălare la coborîrea cepului.

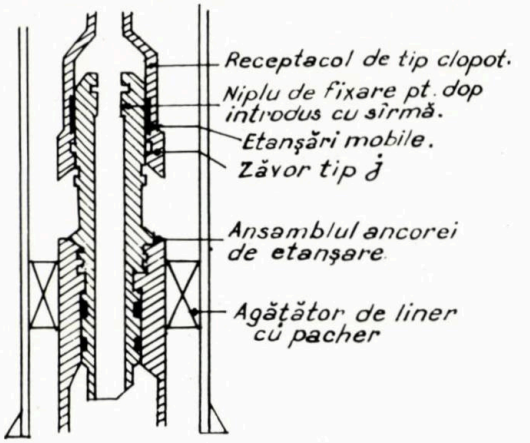


Fig. 5. Etanșare cu packer pe capul de lansare a linerului „tip cep" [7].

La echiparea sondelor cu packere trebuie să se țină seama de comportarea elementelor elastice de etanșare ale packerului în mediul agresiv al fluidului.

Packerul este construit astfel, încît să permită țevilor de extracție să se deplaseze pe verticală, în scopul compensărilor variațiilor de lungime.

Varianta de packer fixată de țevile de extracție are avantajul de a evita deteriorările garniturilor de etanșare, dar expune țevile de extracție la rupere. Acestea trebuie echipate, la bază cu un niplu de fixare, în care se poate plasa un dop de obturare, care permite extragerea garniturii, fără a omorî sonda.

Packerele cu prelungitor (fig. 6) evită expunerea zonei de etanșare la acțiunea mediului

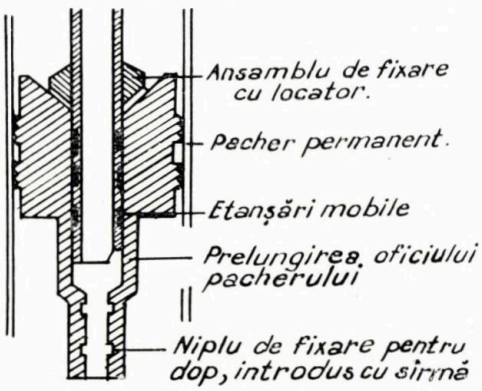


Fig. 6. Packer cu prelungitor inferior.

agresiv de sub packer și poate fi prevăzută cu niplu de fixare, în care se poate introduce un dop permițînd manevrele garniturii fără omorîrea sondei.

În figura 7 este prezentat un tip mai modern de echipare. El constă dintr-un cep de etanșare fixat de packer și dintr-o mufă de etanșare fixată de țevile de extracție.

f. Eliminarea fluidelor din spațiul inelar reduce considerabil pierderile de căldură prin conducție. În unele cazuri, pentru a reduce și mai mult pierderile de căldură în spațiul inelar, sînt injectate gaze, care acționează ca un izolator. Se recomandă în acest caz ca spațiul inelar să fie spălat cu apă curată pentru îndepărtarea fluidelor. Această operație ajută la evitarea pierderii fluidelor și a reziduurilor din spațiul inelar, reducînd eficiența oricărui material de acoperire a țevilor de extracție.

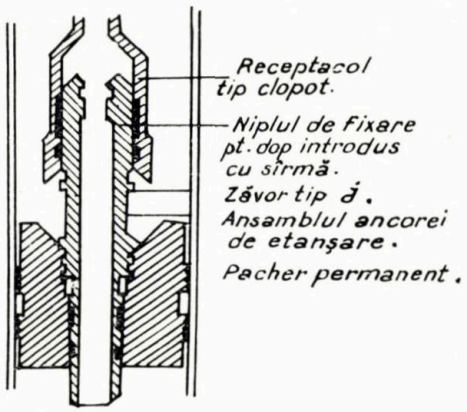


Fig. 7. Etanșare cu packer cu țevi de extracție libere pentru dilatare termică.

g. Altă metodă de reducere a temperaturii coloanei constă în crearea unei zone de joasă presiune în spațiul inelar, prin umplerea cu aer și punere în comunicație cu atmosfera, injecție de azot la presiunea de 126,54 atm. etc.

h. S-a încercat, de asemenea, protecția termică a coloanei printr-o cămașă de ciment izolant, fără rezultate concludente. În asemenea cazuri s-au produs încălziri suplimentare ale coloanei, provocînd eforturi termice suplimentare.

Echiparea sondelor cu linere sau cu coloane termorezistente

În procesele de stimulare a sondelor prin combustie subterană ciclică s-au constatat deteriorări de coloane mai mult sau mai puțin grave.

Cu toate măsurile luate de protejare, prin „răcirea coloanelor" temperatura nu s-a putut menține în limitele admise, de 400—600°C. În consecință a avut loc reducerea rezistenței și deteriorarea acestora, ca urmare a creșterii temperaturii peste 600°C.

Pentru a se evita avariile de mai sus, se propun mai multe variante de construcție de linere sau coloane termorezistente din ceramică, beton armat ori din material tubular obișnuit, căptu-

şite la interior cu ceramică, beton cu incluziuni metalice termorezistente etc :

a. Materialele refractare utilizate la protecţia coloanei sau a linerului au coeficientul de conductibilitate egal cu $\lambda = 0{,}4$ kcal/m/h/°C, pentru temperatura de 800°C şi o rezistenţă la compresiune de $\sigma_c = 700-800$ kgf/cm^2.

Curba de comportare în condiţii de termorezistenţă a materialului refractar are o variaţie ca în figura 8, prezentînd un minimum la

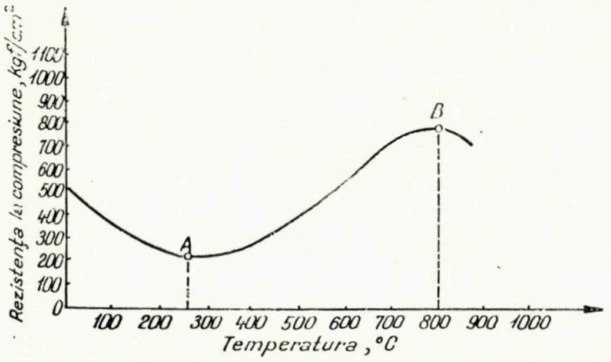


Fig. 8. Curba de rezistenţă termică a materialului refractar utilizat la protecţia coloanei.

compresiune pentru circa 200—250°C, iar apoi o valoare maximă a acesteia pentru temperatura de 750—850°C (pct. B).

Din acest material se poate confecţiona o manta sau un liner de ceramică, şliţuit cu fantele

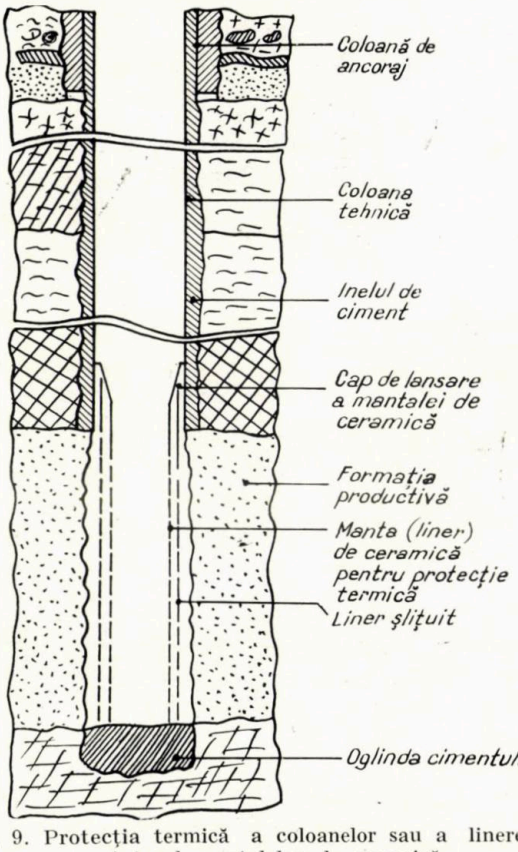


Fig. 9. Protecţia termică a coloanelor sau a linerelor cu ajutorul mantalelor de ceramică.

necesare. Linerul sau mantaua se introduc în interiorul coloanei de exploatare (fig. 9). Introducerea se poate face cu ajutorul unui cap de lansare metalic, solidarizat la partea superioară de materialul refractar.

Linerul de ceramică utilizat la sondele stimulate nu trebuie extras înainte de repunerea sondei în producţie.

b. Linerele sau coloanele termorezistente se confecţionează din tronsoane tubulare, căptuşite în interior prin centrifugare cu beton supraluminar refractar.

Tronsoanele se confecţionează din burlane de oţel cu Ø = 6 5/8", lungi de 1 000—1 500 mm ; armate în interior, pentru consolidarea betonului centrifugat de corpul burlanelor.

După priza betonului, se şliţuieşte după necesitate materialul tubular, respectiv cămaşa refractară interioară.

Această protecţie se face cu circa 2—5 kg material refractar pe metru liniar de coloană sau liner.

Costul aproximativ al tonei de beton supraluminar-refractar este de circa 3 500 lei/t.

Proiectarea racordurilor

Avarierea racordurilor poate fi redusă dacă rezistenţa acestora la compresiune şi tensiune este mai mare decît rezistenţa corpului burlanelor. Pe unele şantiere sînt folosite racorduri cu filete tip special (ghevint „Buttress), în cazul sondelor utilizate la injecţiile de abur.

Îmbunătăţirea rezistenţei unui racord simplifică construcţia de completare a unei sonde, luîndu-se în considerare la calculul de dimensionare efortul la flambaj, compresiune uniformă pe corpul de burlan, precum şi admiterea unui factor de siguranţă privind ultimul filet al racordului pentru oboseală la solicitări mecanice ciclice şi coroziune.

O deficienţă deseori neglijată, însă foarte importantă, în sistemul echipamentului de fund, este compoziţia materialului cu care este încărcat filetul pentru a obţine o înaltă etanşeitate.

Prin construcţia lor, racordurile filetate de la echipamentul tubular nu vor fi etanşe la presiune, dacă nu sînt acoperite cu unsori sau soluţii speciale.

Aceste soluţii şi unsori îndeplinesc o funcţie dublă :

— prin pătrunderea acestora între filete, formează o etanşare elicoidală ;

— alcătuiesc un sistem de lubrifiere pentru vîrfurile filetelor.

Formarea şi păstrarea etanşeităţii elicoidale depinde în mare măsură de proprietăţile mecanice ale lubrifianţilor.

Perforarea sau șlițuirea coloanelor și linerelor

a. La majoritatea sondelor de reacție exploatate prin combustie subterană continuă, efectuîndu-se profilele de temperatură măsurată la diferite date, s-a observat încălzirea neuniformă a formației productive pe toată grosimea sa.

Încălzirea stratului are loc în mod special în partea sa superioară, în care se produce propagarea preferențială a arderii.

Se constată tendința gazelor rezultate din procesul de ardere de a circula „prin acoperișul" zăcămîntului. În această zonă are loc încălzirea țițeiului mai intens decît în partea inferioară a formației. În partea superioară a stratelor productive — în general — permeabilitatea orizontală și în plan vertical este ceva mai redusă, deci și efectele de curgere gravitațională nu sînt mari. Circulația gazelor pe sub acoperișul zăcămîntului s-ar putea datora efectului de echilibrare a conductibilității termice, care nu este influențată de variațiile de permeabilitate [8]. Totuși, sub efectul curgerii gravitaționale, saturația în țiței din acoperiș scade, favorizînd creșterea permeabilității relative. Partea superioară a zăcămîntului va fi spălată de către frontul de ardere, în timp ce partea inferioară a zăcămîntului este supusă unei încălziri prin conductibilitate.

b. În cazul sondelor exploatate prin dislocuire a țițeiului cu vapori de apă sau stimulate prin injecții ciclice de abur, măsurătorile de temperatură efectuate în sondele de reacție, au arătat tendințe de circulație a agentului termic prin partea superioară a formației.

S-au introdus prin sabotul țevilor de extracție un dispozitiv care conține metale termofuzibile cu ajutorul cărora se poate măsura temperatura vaporilor de apă injectați.

Din măsurarea temperaturii sondelor stimulate se constată că temperatura cea mai ridicată s-a înregistrat la intrarea vaporilor în zăcămînt prin partea sa superioară ($t \cong$ $\cong$ 180°C) scăzînd la circa 60—65°C la mijlocul formației, deși permeabilitatea zăcămîntului are aici valoarea cea mai ridicată.

Același lucru s-a constatat prin profilele de temperatură la sondele de injecție din panourile spălate cu vapori de apă.

c. S-a încercat, cu oarecare succes, combaterea canalizării gazelor fierbinți din partea superioară a formației, prin izolări parțiale cu ajutorul packerelor, sau coborîrii sabotului țevilor de extracție sub intervalul perforat.

Soluționarea combaterii tendinței de canalizare a frontului de ardere către acoperișul zăcămîntului, de împiedicarea fluidelor fierbinți (gaze de combustie, abur injectat etc.), de a circula prin partea superioară a formației poate fi efectuată prin modul de deschidere a sondei.

— Pentru sondele de combustie se recomandă perforarea coloanei în „treimea inferioară" a zăcămîntului, pentru a obliga frontul de ardere să „mature" formația productivă în partea sa inferioară. În acest mod încălzirea zonei se va face mai uniformă pe toată grosimea.

— Sondele de reacție trebuie, de asemenea, deschise prin perforarea coloanei sau șlițuirea linerelor în „treimea inferioară" sau cel mult pe 1/2 din intervalul situat deasupra culcușului zăcămîntului.

În acest mod se evită tendința de canalizare a fluidelor fierbinți (vapori de apă, gaze etc.) către acoperișul formațiunii și obținerea unei eficiențe ridicate de spălare pe verticală a zăcămîntului.

— Dacă exploatarea petrolului se face prin dislocuirea cu abur, se recomandă deschiderea sondei de injecție sau de reacție în același mod, pentru ca efectul termic al vaporilor de apă să poată afecta întreaga grosime a nisipului, evitîndu-se canalizările de vapori prin partea superioară a formației.

Proiectarea și construcția țevilor de extracție [5, 9]

Țevile de extracție trebuie să îndeplinească mai multe condiții la variațiile mari de temperatură, deoarece dilatările termice pot crea eforturi, provocînd pericole de defectare acestora.

Temperaturile medii din țevile de extracție nu pot fi reduse prin metodele de izolare descrise în capitolul precedent în cazul coloanelor de adîncime.

În sistemele de injecție cu volum mare de abur sau la sondele de reacție din panourile de combustie, temperaturile din țevile de extracție se apropie de cele ale fluidelor injectate sau extrase.

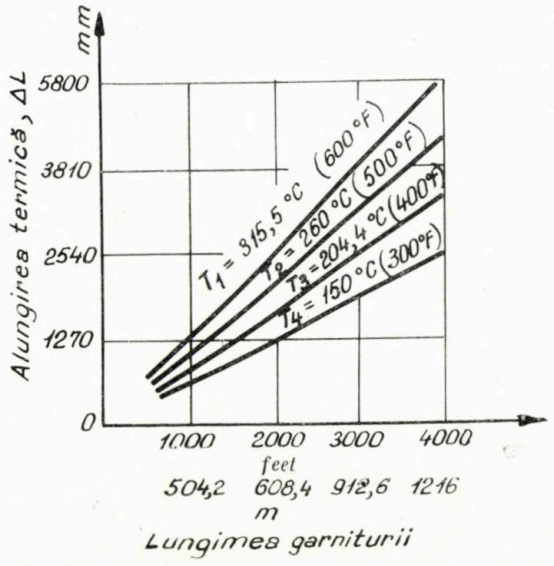


Fig. 10. Variația alungirilor țevilor de extracție sub efectul temperaturii [5].

În aceste cazuri se produc alungiri mari, așa cum se vede în figura 10. Aceste condiții termice, împreună cu toleranțele relativ mari dintre diametrul exterior al țevilor de extracție și diametrul interior al coloanei, duc la crearea unor eforturi foarte mari în fibrele exterioare ale garniturii țevilor de extracție.

În figura 11 sînt arătate aceste eforturi pentru un caz reprezentativ de țevi de extracție cu un diametru exterior de 2.7/8", avînd o lungime de 300 m amplasate într-o coloană de Ø=7" în greutate de 40,77 kg/m.

Dacă țevile de extracție sînt împiedicate să se dilate datorită unei construcții necorespunzătoare, echipamentul va fi supus solicitărilor termice. Efortul impus acestui echipament este egal cu efortul necesar pentru revenirea țevilor de extracție la lungimea lor inițială, dacă ar fi libere să se dilate sub influența schimbării de temperatură (fig. 12).

Pentru țevile de extracție scurte, în condiții elastice stabile, efortul de comprimare datorită

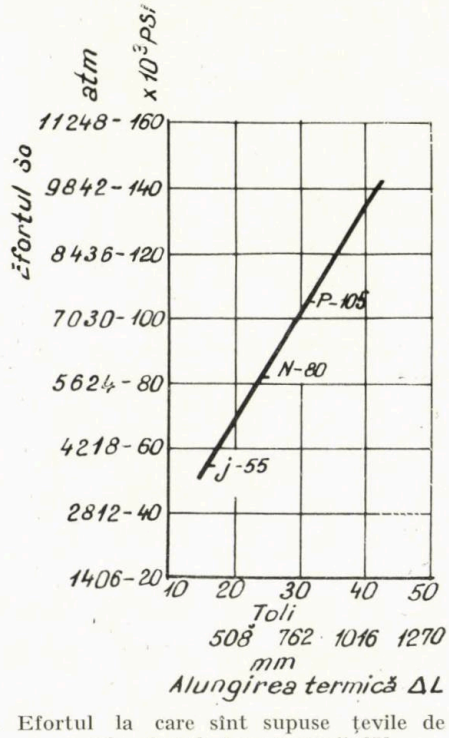


Fig. 11. Efortul la care sînt supuse țevile de extracție sub efectul temperaturii [5].

contracțiilor de la capete se poate calcula cu ajutorul următoarei reguli empirice :

$$S_c \cong 200\ \Delta t\ ;\ (psi),$$

în care :

S_c este efortul la compresiune, *psi* ;

Δt — creșterea temperaturii, °F.

Nu este o formulă care să descrie cu exactitate valoarea eforturilor la care este supus echipamentul tubular, datorită necunoașterii exacte a condițiilor de instabilitate elastică. Aceste condiții contribuie la flambajul țevilor de extracție în formă de spirală.

Mărimea eforturilor la care sînt supuse țevile de extracție, depind de momentul de inerție al acestora, toleranțele radiale dintre pereții țevilor și suportul lor (coloana în care se găsesc) etc.

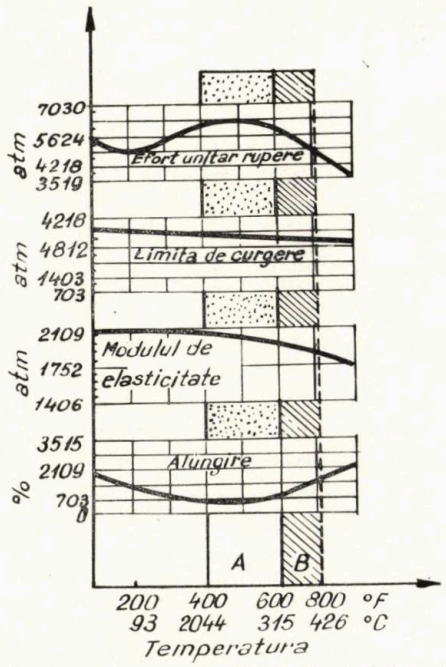


Fig. 12. Eforturile termice din țevile de extracție datorită împiedicării alungirii lor sub efectul temperaturii [5] :
A — limita actuală a temperaturii fluidelor injectate; *B* — limita viitoare a temperaturilor de injecție a fluidelor.

Eforturile maxime combinate, care au loc în fibra exterioară a țevilor de extracție, sînt cu mult mai mari decît efortul mediu la compresiune în secțiunea transversală. Efortul scade pe toată lungimea unei garnituri, avînd valoarea minimă la capătul superior.

Orice creștere a toleranței radiale datorită lipsei de suport lateral duce la crearea unor eforturi maxime, deci la defectarea garniturii.

Țevile de extracție, conform STAS 2881—61 și 824—62, sînt confecționate din OLT 65 sau, la cerere, din OLT 55 cu mufă tot din OLT 55 [10].

Caracteristicile mecanice ale acestor oțeluri sînt (în kgf/mm² și în %) ;

OLT 55 $\sigma_c = 32$ min ; $\sigma_r = 55$ min ;
$\delta 5 = 17\%$ min; $\delta 10 = 14\%$ min.
OLT 65 $\sigma_c = 38$ min ; $\sigma_r = 65$ min ;
$\delta 5 = 14\%$ min ; $\delta 10 = 12\%$ min.

Conform standardelor API, țevile de extracție se execută în următoarele calități :

Oțel H — 40 $\sigma_c = 28{,}1$ min ;
$\sigma_r = 42{,}2$ min ; $\delta 5 = 27\%$
Oțel J — 55 $\sigma_c = 38{,}7$ min ;
$\sigma_r = 52{,}7$ min ; $\delta 5 = 20\%$
Oțel N — 80 $\sigma_c = 56{,}8$ min ;
$\sigma_r = 70{,}3$ min ; $\delta 5 = 16\%$
Oțel P—105 $\sigma_c = 73{,}8$ min ;
$\sigma_r = 84{,}4$ min ; $\delta 5 = 15\%$ $\sigma_c = 94{,}4$ max.

Calitatea de oțel P—105, de mare rezistență, nu dă satisfacție la sondele în care se manifestă fenomenele de coroziune, mai ales în prezența H_2S la un conținut mai mare de 2×10^{-6} p.p.m. Oțelurile moi sînt mai puțin sensibile la coroziune, concentrația-limită la aceste calități fiind de 50×10^{-6} p.p.m. Din acest motiv, se recomandă în aceste cazuri, utilizarea de oțeluri cu o duritate de 26 HRC max, cu un conținut de 9% Cr.

Cercetările efectuate au demonstrat că în prezența H_2S, a hidrogenului atomic (produs în timpul acțiunii de corodare prin H_2S gazos), CO_2 etc., are loc distrugerea țevilor de extracție ca urmare a fragilizării mărite a materialului din care sînt confecționate. Fragilizarea se pare că are loc datorită dislocării oțelurilor de către o atmosferă de protoni în prezența hidrogenului atomic, în special, și în același timp datorită imperfecțiunii rețelei cristaline a fierului. Fenomenul de fragilizare poate fi redus folosind un oțel stabil din punct de vedere termodinamic, în care dislocările și imperfecțiunile rețelei cristaline sînt reduse la minimum.

S-a elaborat un oțel APS 10 M4 rezistent la coroziunea intergranulară, alcătuit din Cr—Al—Mo, tratat la cald pentru a se obține o structură termostabilă a feritei, fără carbon, cu carburi metalice extrem de fin dispersate în masă.

Compoziția chimică a acestui oțel este alcătuită din C=0,12%, Cr=2,2%, Mo=0,3%, Al=0,33%, Mn=0,5%, Si=0,3% și V=0,07% avînd limita de curgere $\sigma_c = 56-63$ kgf/mm^2.

În condițiile de exploatare a sondelor termice la temperaturi de 150÷400°C, în prezența CO_2, H_2, H_2S (NO_2) și la presiuni de 250—450 atm, pentru adîncimi de 2 000—4 000 m, se pot utiliza țevi de extracție din oțel grad J—55, sau, mai ales, C—75, avînd $\sigma_c \cong 56-60$ kgf/mm^2.

Filetele cele mai utilizate la țevile de extracție sînt cele conice. Datorită toleranțelor mari, filetele trebuie unse cu soluții adecvate, care îndeplinesc o funcție dublă, aceea de creare a unei etanșeități elicoidale și concomitent de lubrifiant pentru filetele conice.

Proiectarea instalației de suprafață

1. *Construcția compensatoarelor termice*

Orice creștere în toleranță radială datorită lipsei de suport lateral, conduce la crearea unor dilatații termice, deci, a unor eforturi maxime, și, în final, la pericolul defectării garniturii țevilor de extracție.

Evitarea deformării garniturii țevilor de extracție se poate realiza cu ajutorul următoarelor dispozitive:

a. Compensatoare de dilatație ale țevilor de extracție

Temperaturile medii din țevile de extracție nu pot fi reduse prin metodele de izolare, aceste valori fiind apropiate de cele ale fluidelor extrase sau injectate.

Eforturile termice nu trebuie lăsate să se mărească; orice alungire trebuie compensată cu ajutorul unor manșoane speciale de dilatație (compensatoare).

Compensatoarele și dispozitivele de dilatație pentru temperaturi ridicate se instalează în trei locuri [5, 9]:

a) la gura sondei;

b) în garnitura țevilor de extracție;

c) în partea inferioară a garniturii țevilor de extracție.

a. Compensatoarele de dilatare utilizate la suprafață sînt alcătuite dintr-o cutie de etanșare, care permite alungirea și contractarea coloanelor și a țevilor de extracție către suprafață (în funcție de temperatură) (fig. 13). Gar-

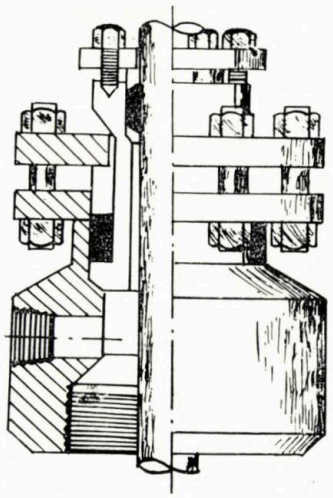


Fig. 13. Compensatoare de dilatare sau cutie de etanșare pentru țevile de extracție și coloane [9].

nitura țevilor de extracție în acest caz poate fi fixată la partea lor inferioară a coloanei cu ajutorul unui packer în vederea izolării termice.

În scopul asigurării duratei maxime de utilizare a garniturii de etanșare, partea exterioară a tubului care trece prin cutia de etanșare trebuie să fie foarte netedă, pentru a se putea deplasa ușor.

Periodic, se strînge flanșa cutiei de etanșare, pentru asigurarea unei închideri ermetice a spațiului inelar. Inelele de strîngere care presează pe garniturile de etanșare trebuie strînse uniform, pentru ca acestea să poată acoperi perfect punctele de uzură.

Există o limită practică a mărimii de dilatare a coloanelor sau a țevilor de extracție cu ajutorul cutiei de etanșare, întrucît ansamblul de la gura puțului se ridică în mod corespunzător. Această compensare poate fi pentru sondele de mică adîncime pînă la 1m înălțime.

b. Compensatoarele de dilatație utilizate în garnitura țevilor de extracție sau la partea lor inferioară au fost descrise pe larg în capitolul precedent, intitulat „Proiectarea și construcția coloanelor de adîncime pentru sondele utilizate în procesele termice".

2. *Racordarea conductei de evacuare.* Compensatoarele pentru coloane și țevile de extracție vor prelua dilatările termice ale acestora prin deplasări pe verticală, cu întreaga instalație de suprafață a sondei, inclusiv legăturile de la capul de erupție sau pompare, la linia de evacuare a țițeiului.

Racordarea conductei de amestec trebuie astfel construită, încît să compenseze dilatarea orizontală a acesteia, concomitent cu cea verticală.

În acest scop sînt utilizate o varietate de instalații dintre care cele mai cunoscute sînt :

— buclele de dilatație ale liniilor de amestec ;

— furtunuri flexibile de dilatare în cazul exploatării sondelor la temperaturi și presiuni joase ;

— sistem de dilatare cu mai multe racorduri flexibile pentru cazul sondelor exploatate la temperaturi și presiuni mari.

Sistemele de dilatare trebuie proiectate pentru toate limitele de dilatație și temperaturi. Chiar dacă proiectarea făcută a avut în vedere compensarea totală a dilatației termice să fie efectuată de echipamentul adecvat de adîncime, este, totuși, nevoie de un utilaj compensator de dilatare în vederea reglării mișcărilor neprevăzute ale țevilor de extracție și ale coloanei către suprafață.

3. *Materialele de etanșare termică la suprafață*

Sînt utilizate mai multe feluri de materiale care, în mod esențial, după comportarea lor ca rezistență la șocuri termomecanice se împart în următoarele grupe :

a. Materiale de etanșare, rezistente la șoc (reziliente)

Sînt materialele utilizate curent în șantierele petroliere, care pot fi folosite și în cazul sondelor exploatate prin metode termice, dar la temperaturi reduse.

Pentru temperaturi ridicate s-au elaborat materiale speciale pentru etanșările reziliente, stabile pînă la aproximativ 257—316°C (fig. 14). La aceste temperaturi, etanșările reziliente pierd întreaga lor rezistență, se lichefiază sau, în unele cazuri, trec direct în stare gazoasă.

b. Materiale de etanșare care nu sînt rezistente la șoc (nereziliente) sînt confecționate de obicei din teflon, azbest sau metale. Asemenea etanșări au fost folosite mulți ani în industria petrolieră, mai ales drept garnituri de etanșare „între flanșe". Așa cum rezultă din figura 14, teflonul rămîne relativ stabil pînă la 285°C.

Garniturile de etanșare din azbest sînt indicate pentru temperaturi pînă la 540—650°C. Etanșările cu azbest pot fi utilizate pentru instalațiile de injecție a aburului la temperaturi înalte.

c. Garniturile de etanșare metalice

Sînt folosite pentru sondele cu temperaturi foarte ridicate, acestea fiind de diverse tipuri de construcție (tip API, ASA etc.)

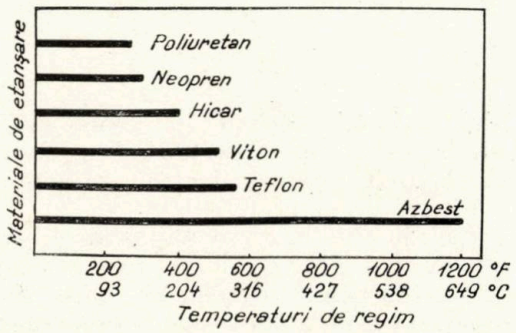


Fig. 14. Rezistența diferitelor materiale de etanșare la temperaturi înalte.

d. Materiale de etanșare anticorosive

Acestea se comportă bine în prezența hidrogenului atomic, H_2S, CO_2 etc., dacă sînt bine susținute de suprafețe metalice. Cele mai bune materiale de acest fel sînt cauciucurile cu nitrili-elastomeri, votronul, teflonul etc. utilizate însă la sondele cu temperaturi pînă la 257—316°C.

Elastomerul își pierde elasticitatea normală în timpul funcționării sale, datorită creșterii legăturilor între catenele moleculare, conducînd la mărirea durității sale, fără a-și reduce calitatea de material de etanșare. Dacă sînt încărcați cu cantități mari de negru de fum, elastomerii devin rigizi, iar efectul ulterior al H_2S nu mai are influență asupra rezistenței acestuia la coroziune.

Pentru etanșările mobile (nipluri de etanșare, receptacole etc.) se recomandă pentru mediile corosive utilizarea votronului și a teflonului.

BIBLIOGRAFIE

1. Fishenden, M. și Saunders, O. A. An Introduction to Heat Transfer. London, Oxford Univ. press, 1961.
2. Leutwyler, K. În: Petr. Br. of A.I.M.E., 1965.
3. Smith, Ch. R. Mechanics of Secondary Oil Recovery. Departament of Petroleum Engineering the University of Wyoming, 1966.
4. Willhite, G. R., Willsen, J. H., Martin, L.W. În: J. of Petrol. Technol. **19**, nr, 11. noiemb. 1967, p. 1 453—1 456.
5. Leutwyeler, K. În: Petrol. Eng. noiemb., 1964, **36**, nr. 12, p. 84—89.
6. Willhite, G. P. și William, D. În: J. of Petrol. Tehnol., **XIX**, nr. 1, ian. 1967, p. 15—21.
7. Leutwyler, K. În: Petrol. Eng. **42**, nr. 2, febr. 1970, p. 58—62.
8. Moroșanu, C. În: Petrol și gaze, **22**, 1971, nr. 1, p. 27—35.
9. Lawrance, A. E. În: World Oil, **161**, nr. 7, dec. 1965, p. 89—91, 96.
10. Pușcoiu, N. Exploatarea zăcămintelor de gaze, Ed. tehnică, București, 1970, p. 195—197.

Studiul dezasfaltării uleiurilor reziduale

Gh. Vidraşcu şi R. C. Ţunescu

Uleiul rezidual obţinut în urma distilării atmosferice — vid este dezasfaltat cu propan în scopul eliminării compuşilor cu caracter asfaltic.

Procesul de eliminare a compuşilor cu caracter asfaltic din păcură şi din uleiul rezidual, prin tratare cu pămînt decolorant, a fost studiat de prof. C. C r e a n g ă, care a elaborat o metodă de rafinare directă prin adsorbţie, cu ajutorul căreia se obţin uleiuri de calitate, lipsite de răşini [1, 2].

Uleiul rezidual conţine hidrocarburi cu masă moleculară mare, normal şi izoparafinice, hidrocarburi naftenice cu lanţuri parafinice, hidrocarburi aromatice policiclice condensate, de obicei cu cicluri naftenice şi conţinînd şi lanţuri laterale, hidrocarburi aromatice cu atomi de oxigen, sulf şi azot, denumite şi hidrocarburi aromatice polare sau hidrocarburi aromatice heterociclice sau răşini şi asfaltene (macromolecule cu un conţinut mai ridicat de oxigen, sulf şi azot).

În ceea ce priveşte solubilitatea uleiului rezidual, fracţiunea grea de ulei, nedistilabilă constituită din hidrocarburi, este solubilă în propan-butan lichid, spre deosebire de hidrocarburile aromatice polare (răşini), care sînt insolubile în acest amestec, dar sînt solubile în *n*-pentan şi pot fi adsorbite de pămînt decolorant. Asfaltenele sînt insolubile în *n*-pentan, care le precipită, dar sînt solubile în benzen.

Prin prezentul sudiu efectuat în laborator s-a urmărit comparativ dezasfaltarea cu propan şi eliminarea compuşilor cu caracter asfaltic prin adsorbţie cu pămînt decolorant.

Un astfel de studiu este interesant, deoarece la dezasfaltarea cu propan sînt precipitate hidrocarburile aromatice polare şi asfaltenele, hidrocarburile care reprezintă uleiul rafinat rămînînd dizolvate în propan, iar la tratarea cu pămînt decolorant este posibil ca prin alegerea convenabilă a raţiei pămînt decolorant/ulei, ceea ce asigură eliminarea aceloraşi substanţe indezirabile, (hidrocarburi aromatice polare şi asfaltene) să se obţină un ulei rafinat similar.

Încercările au fost efectuate pe următoarele trei probe de semigudron (S_1, S_2 şi S_3), provenit din ţiţei parafinos, de la o instalaţie DAV.

În tabela 1 sînt date principalele proprietăţi ale acestor probe.

TABELA 1

Proprietăţi fizice ale probelor de semigudron

Proprietate	S_1	S_2	S_3
Densitate, d_4^{20}	0,980	0,965	0,970
Cifra de cocs Conradson, %	14,9	13,8	13,3
Penetraţia [1/10 mm] la 25°C	348	357	358
Punct de înmuiere I.B. °C	42	40	46
Ductilitate la 25°C, cm	20	14	17
Inflamabilitate, °C	335	332	334

I. S-a lucrat la început cu semigudronul S_1, mărindu-se raţia pămînt decolorant/semigudron pînă la obţinerea unui ulei dezasfaltat U_{L1} similar, în ceea ce priveşte caracteristicile principale, cu cel obţinut în instalaţia industrială de dezasfaltare cu propan, notat cu U_{R_1}.

Modul de lucru. O cantitate de 60 g semigudron, se amestecă în proporţia dorită cu pămînt decolorant (sondafin), activat în prealabil timp de 4 ore la temperatura de 150°C. Se toarnă benzină de extracţie, 70/95°C (STAS 45—63), pînă cînd se formează o pastă consistentă, care se lasă în repaos, timp de 48 ore. Urmează extracţia uleiului din pasta de pămînt, prin spălări succesive cu benzină de extracţie şi filtrare la pîlnie cu trompă de vid. Sînt suficiente circa zece spălări cu cîte 250 cm³ benzină de extracţie, pentru ca lichidul de spălare să nu mai conţină ulei. Din soluţia de ulei-benzină de extracţie se elimină parţial solventul, prin distilare. Uleiul, cu urme de solvent, este complet eliberat de solvent prin evaporare pe baia de apă, pînă la greutate constantă.

S-a lucrat cu următoarele raţii de pămînt decolorant/semigudron: 2/1, 3/1, 4/1, 5/1, fiecare ulei obţinut, $U_{L_1}^{I}$, $U_{L_1}^{II}$, $U_{L_1}^{III}$, $U_{L_1}^{IV}$, fiind comparat cu uleiul U_{R_1} rezultat prin dezasfaltarea cu propan a semigudronului S_1 (tabela 2).

TABELA 2

Proprietăţi fizico-chimice ale uleiurilor obţinute industrial şi în laborator

Produs	Raţie: pământ decolorant/ semigudron	Randament ulei faţă de S_1, %	Date de viscozitate: ν 100°F, cst	V50° C, oE	ν 210° F cst	I.V.	Date pentru n–d–M: d_4^{70}	n_D^{70}	M	Compoziţia structurală: C_A, %	C_N, %	C_R, %	C_P, %	R_A	R_T	R_N
U_{R_1}	Dezasfaltat cu propan	—	575,0	36,0	34,8	100	0,8798	1,4864	720	10	23	33	67	0,9	3,9	3,0
$U_{L_1}^{I}$	2/1	69,0	2 800	115	70	73	0,9049	1,5200	750	15	25	40	60	3,2	5,0	1,8
$U_{L_1}^{II}$	3/1	64,0	2 000	100	58,8	75	0,9024	1,5100	750	15	23	38	62	2,3	4,0	1,7
$U_{L_1}^{III}$	4/1	63,0	1 025	57	42,3	82	0,8864	1,4945	740	13	19	32	68	1,4	4,0	2,6
$U_{L_1}^{IV}$	5/1(a)	56,8	640,0	40,0	36,8	99	0,8785	1,4858	700	10	23	33	67	0,9	3,8	2,9
$U_{L_1}^{IV}$	5/1(b)	56,0	675,0	41,5	37,8	98	0,8806	1,4847	700	9	26	35	65	0,8	4,1	3,3

Din datele tabelei 2 se pot trage următoarele concluzii :

a) Raţia optimă de pământ decolorant/semigudron, pentru a obţine un ulei dezasfaltat apropiat de cel obţinut prin dezasfaltare cu propan este de 5/1. În tabela 2 sînt prezentate rezultatele obţinute la două tratări ale semigudronului S_1 cu raţia pământ decolorant/semigudron 5/1, notate cu (*a*) şi (*b*).

b) Viscozitatea scade brusc începînd de la raţia pământ decolorant/semigudron 3/1.

c) Variaţiile de viscozitate, în special la 100°F, nu sînt însoţite în aceeaşi măsură de variaţii în alţi parametri (structurali sau fizici : n_D^{70}, d_4^{70}, M, $\%C_A$, $\%C_R$, etc.), de unde se poate trage concluzia că uleiurile conţin compuşi cu caracter asfaltic, care, adăugaţi în mici proporţii, lucru vizibil şi din compararea randamentelor dezasfaltărilor, duc la schimbări importante de viscozitate şi mai mici de densitate, indici de refracţie, mase moleculare şi de parametri structurali. Acest fapt rezultă şi din tabela 3, în care se dă cantitatea de asfaltene, răşini şi ulei în semigudroanele iniţiale S_1, S_2, S_3 şi în uleiurile U_{R_1}, $U_{L_1}^{I}$, $U_{L_1}^{II}$, $U_{L_1}^{III}$ şi $U_{L_1}^{IV}$, unde apare o variaţie bruscă de compoziţie între $U_{L_1}^{II}$ şi $U_{L_1}^{III}$.

TABELA 3

Produs	Asfaltene, %	Răşini, %	Ulei, %
S_1	4,2	35,2	60,6
S_2	5,5	37,0	57,5
S_3	5,0	36,9	58,1
U_{R_1}	0,0	18,7	81,3
$U_{L_1}^{I}$	0,0	29,8	70,2
$U_{L_1}^{II}$	0,0	27,5	72,5
$U_{L_1}^{III}$	0,0	22,7	77,3
$U_{L_1}^{IV}$	0,0	20,3	79,7

d) Rezultatele analizei $n-d-M$ ($\%C_A$, $\%C_N$, $\%C_p$) nu sînt întotdeauna concludente în compararea produselor, de exemplu, $U_{L_1}^{I}$ şi $U_{L_1}^{II}$ au aproximativ aceiaşi indici structurali, dar viscozităţi diferite.

În tabela 4 sînt prezentate rezultatele obţinute în cazul folosirii altor adsorbanţi în condiţiile raportului pământ decolorant/semigudron de 5/1.

Se observă că eficacitatea adsorbanţilor scade în ordinea pământ decolorant > silicagel > Al_2O_3 lucru menţionat şi în literatură.

Pentru a verifica reproductibilitatea metodei pentru alte produse, s-au aplicat aceleaşi condiţii de dezasfaltare şi raţie pământ decolorant/semigudron 5/1, pentru semigudroanele S_2 şi S_3, obţinîndu-se uleiurile U_{L_2} şi U_{L_3}, comparabile cu uleiurile dezasfaltate cu propan notate cu U_{R_2} şi U_{R_3} (tabela 5).

II. Pentru a adînci comparţia între uleiurile industriale obţinute prin dezasfaltarea cu propan a semigudroanelor S_1, S_2, S_3, respectiv U_{R_1}, U_{R_2}, U_{R_3} şi uleiurile obţinute prin dezasfaltarea cu pământ decolorant, raţia 5/1, notate cu U_{L_1}, U_{L_2}, U_{L_3}, s-a făcut o separare cromatografică a uleiurilor pe silicagel, eluîndu-se cu benzină normală fracţiunile parafin-naftenice şi dezlocuindu-se cu benzen şi benzen-alcool, fracţiunile aromatice. Din comparaţia randamentelor în aceste fracţiuni s-au obţinut rezultate asemănătoare pentru produsele de laborator şi cele industriale (tabela 6).

Proprietăţi ale uleiurilor dezasfaltate cu diverse substanţe TABELA 4

Produs	Randament % faţă S_1	Date de viscozitate				Date pentru n–d–M			Compoziţia structurală						
		ν100°F, cst	V50°C, °E	ν210°F, cst	I.V.	d_4^{70}	n_D^{70}	M	C_A, %	C_N, %	C_R, %	C_P, %	R_A	R_T	R_N
Ulei dezasfaltat cu propan		575,0	36,0	34,8	100	0,7898	1,4864	720	10	23	33	67	0,9	3,9	3,0
Ulei dezasfaltat cu pămînt decolorant	56,8	640,0	40,0	36,8	99	0,8795	1,4858	700	10	23	33	67	0,9	3,8	2,9
Ulei dezasfaltat cu silicagel	63,2	1050	67,0	51,9	101	0,8940	1,4979	760	15	19	34	66	1,5	4,3	2,8
Ulei dezasfaltat cu Al_2O_3	81,6	2 100	103	55,9	64	0,9051	1,5000	750	13	28	41	59	1,2	5,0	3,8

Proprietăţi fizico-chimice ale uleiurilor obţinute industrial şi în laborator TABELA 5

Produs	Randament, % faţă S_2, resp. S_3	Date de viscozitate				Date pentru n-d-M			Compoziţia structurală						
		ν 100° F, cst	V50°C, °E	ν210°F, cst	I.V.	d_4^{70}	n_D^{70}	M	C_A, %	C_N, %	C_R, %	C_P, %	R_A	R_T	R_N
U_{R_2}	—	440	27,5	26,0	87	0,8724	1,4830	640	10	23	33	67	0,7	3,4	2,7
U_{L_2}	53,2	650	38,0	31,8	81	0,8782	1,4842	650	9	27	36	64	0,7	3,8	3,1
U_{R_3}	—	320	20,0	21,9	91	0,8670	1,4800	633	10	21	31	69	0,7	3,1	2,4
U_{L_3}	53,2	390	25,0	26,1	97	0,8736	1,4824	640	9	25	34	66	0,7	3,5	2,8

TABELA 6

Rezultatele cromatografierii uleiurilor industriale şi de laborator

Produs	Randament fracţiune parafin-naftenică, %	Randament fracţiune aromatică, %
U_{R_1}	82,5	17,5
U_{L_1}	87,5	12,5
U_{R_2}	85,0	15,0
U_{L_2}	85,0	15,0
U_{R_3}	85,0	15,0
U_{L_3}	85,0	15,0

Concluzii

1. S-au stabilit condiţiile în care eliminarea, prin adsorbţie a compuşilor cu caracter asfaltic din semigudron duce la obţinerea de uleiuri similare cu cele rezultate din dezasfaltarea semigudronului cu propan. Raţia de pămînt decolorant/semigudron este de 5/1. Metoda poate fi folosită pentru a stabili, în prealabil, în laborator, rezultatele care vor fi obţinute în instalaţia industrială de dezasfaltare cu propan.

2. Comparaţia între cele două procedee s-a făcut pe baza măsurării unor constante fizice principale, a analizei pe grupe structurale şi a separării cromatografice, plecînd de la trei semigudroane diferite.

3. S-a urmărit comparativ efectul a trei adsorbanţi: pămînt decolorant, silicagel şi oxid de aluminiu.

4. Condiţiile stabilite sînt valabile pentru ţiţeiul parafinos-amestec. Ele pot fi adaptate şi pentru alte tipuri de ţiţeiuri.

BIBLIOGRAFIE

1. Creangă, C. Studii tehnice şi economice (1936) seria B (Chimie) nr. 3, Institutul Geologic al României. Deuxième Congrès Mond. du Pétrole, Paris (1937), **II**., p. 591.
2. Creangă, C. Studii tehnice şi economice (1945), seria B (Chimie), nr. 24, Institutul Geologic al României; Huiles pour cylindres extraites des brais de pétrole.

Contribuţii la studiul separării produselor petroliere pompate succesiv pe conductă

T. Oroveanu, Gh. I. Bărbatu,
F. Soheimat şi T. Engi

După cum se ştie, transportul pe conductă prezintă numeroase avantaje faţă de celelalte mijloace posibile de transport. Dacă se transportă ţiţeiuri sau alte produse petroliere de calităţi diferite, nu este rentabil să se construiască pentru fiecare sortiment cîte o conductă separată. Apare astfel problema transportului succesiv al mai multor produse pe aceeaşi conductă. Produsele petroliere fiind însă miscibile între ele, este necesar să se ia în consideraţie contaminarea, care se produce în conductă, pe o anumită lungime, între componenţii care se transportă unul în urma celuilalt.

Metoda clasică, folosită la pompările succesive pe aceeaşi conductă, constă în spălarea traseului în care a preexistat componentul A cu component B, pînă cînd la punctul final apare numai component B. Desigur că între componentul final B şi componentul preexistent A se formează un amestec de compoziţie variabilă. Lungimea de amestec depinde de calitatea componenţilor, care dictează gradul lor de miscibilitate, de diametrul conductei, de viscozitate şi de aderenţa la perete a produsului A. O importanţă apreciabilă o are şi viteza de pompare, respectiv presiunea cu care componentul B împinge componentul A [1].

Amestecul celor doi componenţi este dirijat la un rezervor de recondiţionare, care conţine de regulă componentul de calitate inferioară. Presupunînd că A este componentul de calitate inferioară, este evident că amestecul $A+B$ va fi valorificat la calitatea A şi în acest context componentul B va fi valorificat la nivelul lui B.

Cu cît discrepanţa de calitate dintre A şi B este mai mare, cu atît este mai mare şi cantitatea de component B care este devalorificată prin amestec cu component A. De exemplu, spălarea unei conducte de la motorină la benzină conduce la un amestec greu de condiţionat, deoarece cantităţi foarte mici de benzină sînt suficiente pentru a contamina motorina şi a o degrada, făcînd-o inutilizabilă, ca atare. Astfel o motorină are punctul de inflamabilitate, de regulă, peste 50°C, iar o benzină are temperatura de inflamabilitate, de regulă, sub —40°C.

Să presupunem că o motorină are temperatura de inflamabilitate P.M. = 70°C, avînd condiţia contractuală de livrare de minimum 55°C. Să presupunem, de asemenea, că prin spălarea conductei de component B (benzină cu punctul de inflamabilitate de —65°C) rezultă un amestec a cărui compoziţie este de 95% A şi 5% B. Temperatura de inflamabilitate a amestecului rezultant este de 36°C. Deci componentul A s-a degradat calitativ sub limita contractuală de minimum 55°C, fapt ce are o rezonanţă valorică de circa 400 lei/t.

Dacă pe conductă a preexistat motorină cu congelarea +5°C (component A) şi urmează a se face separaţie cu un ulei cu congelare —25°C (component B), un amestec de 90% component B şi 10% component A va avea congelarea rezultată pe baza indicilor de amestec calculaţi în literatura tehnică de specialitate, după cum urmează [2, 3]:

$$90\%\ \text{I. A. (component } B) + 10\%\ \text{I.A.(component } A) = 100\% \cdot X$$

$$90\% \cdot 43{,}8 + 10\% \cdot 19{,}4 = 100 \cdot X$$

$$X = \frac{4342 + 194}{100} = \frac{4136}{100} = 41{,}3,$$

ceea ce corespunde unei congelări de 3,5°C. Această calitate este valorificabilă la componentul inferior preexistent pe conductă, evident cu pierderi valorice la trecerea de la componentul A la componentul B.

Partea experimentală

Pentru reducerea sau chiar eliminarea pierderilor ocazionate la separarea în conductă a produselor petroliere, s-a conceput un dop de separare de o construcţie specială, care este introdus în conductă la interfaţa dintre cele două lichide A şi B. Dopul de separare este confecţionat din 5 inele de cauciuc, obţinute prin vulcanizare dintr-o singură şarjă. Aceste inele sînt montate pe un cilindru metalic (fig. 1).

Cele 5 inele formează un corp unic şi sînt fabricate dintr-un cauciuc rezistent la produse petroliere. Diametrul lor exterior este dimensionat astfel ca în contact cu interiorul conductei să asigure o etanşare pe toată circumferinţa.

În centrul părţii cilindrice se află o diafragmă de siguranţă confecţionată din cauciuc, avînd ca rol asigurarea trecerii lichidului prin dopul de separare în caz de imobilizare a acestuia în conductă, pînă la detectarea şi extragerea acestuia [4].

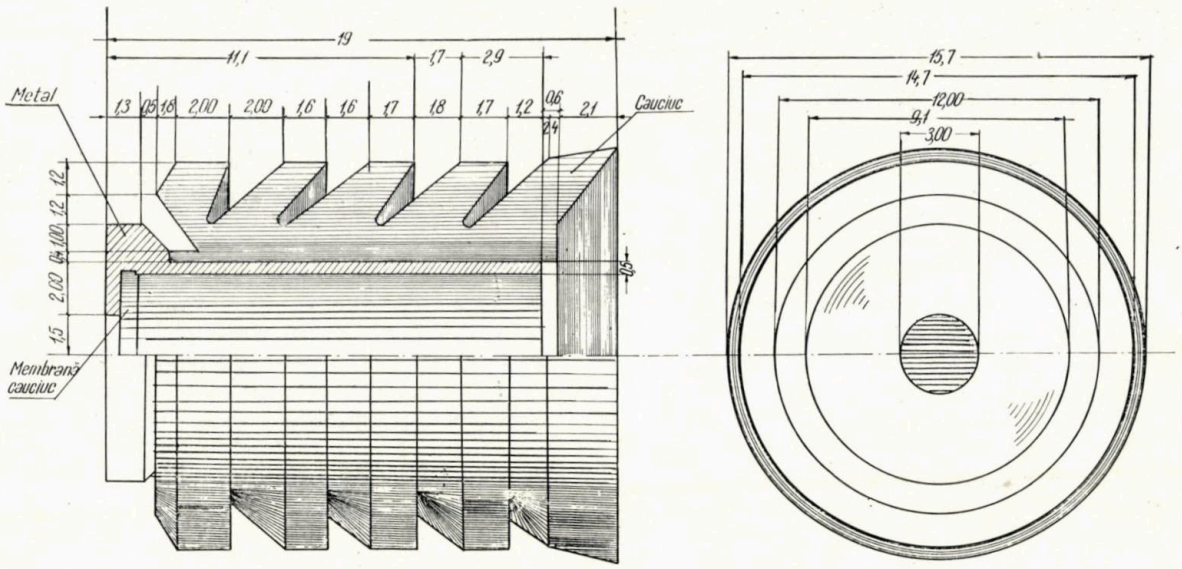


Fig. 1. Dop de separare a lichidelor pe conductă.

Experimentarea s-a efectuat pe o porţiune de conductă de 636 m lungime cu diametrul de 8". Conducta era plină cu motorină de culoare închisă (component *A*) şi trebuia spălată la motorină de culoare 3 $^1/_2$ — Union (component *B*).

Deoarece motorina A avea culoarea peste 8 Union, s-a folosit diagrama de amestec a celor două produse de separat pentru a putea estima în grade Union culoarea componentului *A*, folosind o metodă de liniarizare a culorii amestecurilor de motorină publicată în literatura tehnică de specialitate [5].

Această metodă consta în esenţă din exprimarea culorii Union din grade şi nuanţe de plus sau minus în mm, astfel:

1 grad culoare Union = 80 mm
1/2 grad culoare Union = 40 mm
1 nuanţă de culoare = 7,5 mm

În tabela 1 se redă culoarea diverselor amestecuri a celor doi componenţi.

TABELA 1

Culoarea amestecurilor componenţilor *A* şi *B*

Nr. crt.	% component		Culoarea		Observaţii
	A	*B*	Union	mm	
1	50	50	8—	632,5	
2	40	60	7+	567,5	
3	30	70	6—	472,5	
4	20	80	5	400	
5	10	90	4.1/2	340	
6	5	95	4—	312,5	

Datele din tabela 1 au folosit la întocmirea diagramei de amestec care a permis exprimarea în grade Union a culorii motorinei negre (component *A*).

Culoarea Union a componentului *A*, determinată pe cale grafică, este egală cu 1 050 mm, adică (12 $^1/_2$ + Union).

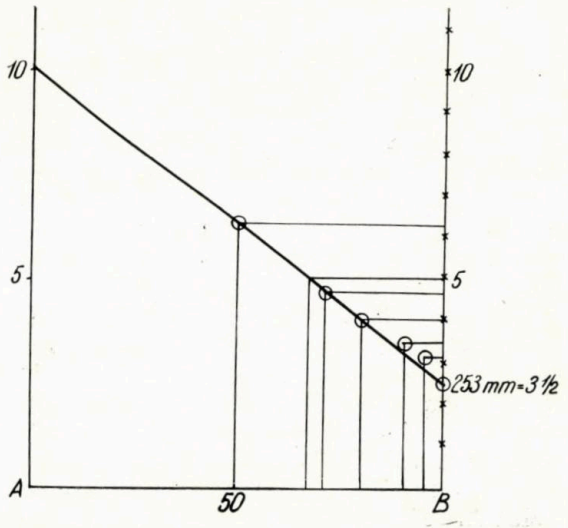


Fig. 2. Diagrama de amestec a celor două motorine.

Considerînd culoarea Union aditivă în sistemul de coordonate ales şi efectuînd calculele pentru 30% component *A* şi 70% component *B*, rezultă culoarea Union a componentului *A* egală cu:

$$20\%\ X + 80\%272{,}5 = 100 \times 400$$

$$20\ X + 18\,200 = 40\,000$$

$$20\ X = 21\,800$$

$$X = \frac{21\,800}{20} = 1\,090 \text{ mm},$$

ceea ce corespunde în limitele admisibile cu rezultatul obținut pe cale grafică.

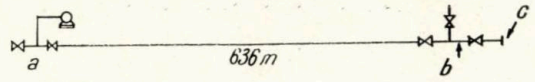


Fig. 3. Traseul de experimentare a dopului de separare.

Dopul de separare a fost lansat în punctul *a*, la interfața dintre produsul *A* și produsul *B*, (fig. 3).

În figura 3, punctele *a*, *b* și *c* au semnificațiile de mai jos :

a — punctul de introducere a dopului de separare ;

b — punctul de colectare a probelor în timpul separației ;

c — punctul de scoatere a dopului de separare.

Dopul de separare lansat în punctul *a* a ajuns în punctul *b* după 8 min ceea ce denotă o viteză de pompare a lichidului de 1,3 m/s. Debitul corespunzător este de :

$$\text{Debitul} = 0{,}03242 \text{ m}^3/\text{m} \cdot 1{,}3 \text{ m/s} = 0{,}042 \text{ m}^3/\text{s}$$

Probele colectate din punctul *B*, din 5 în 5 s au avut culoarea componentului *A*, adică de $12^1/_2$+Union pînă în momentul trecerii dopului de separare. După 3 s de la trecerea acestui dop, proba luată a avut culoarea de $3^1/_2$+Union, iar în continuare, pe un interval de 2 min, probele colectate din 5 în 5 s au avut culoarea componentului *B*, adică $3^1/_2$ — Union, fapt ce indică un efect net de separare a dispozitivului de separare, în spatele său existînd o „lungime de amestec" mică, de numai 3,9 m (3 s × 1,3 m/s), ceea ce echivalează cu 3,9 × × 0,03242 m^3 = 0,126 m^3 (o cantitate practic neglijabilă).

Amestecul rezultat din spălarea conductei de la componentul *A* la componentul *B*, fără utilizarea dopului de separare, a fost colectat într-un rezervor separat și a prezentat culoarea 5 Union. Din diagrama de amestec a celor două motorine, prezentată în figura 1, se poate vedea că această culoare corespunde unei compoziții de 65 % component *B* (motorină $3^1/_2$ — Union).

Concluzii

În cazul pompărilor succesive de produse petroliere pe o conductă este indicată folosirea dopului de separare, care asigură o separare netă între componenți și elimină contaminarea și degradarea componentului superior calitativ prin amestec cu cel inferior.

După părerea autorilor este necesar și indicat ca metoda să se aplice în stațiile de produse petroliere, unde se fac dese spălări a conductelor de la un produs la altul, avîndu-se în vedere necesitatea de a livra o gamă foarte variată de produse cu un număr limitat de conducte în instalația de livrare. De asemenea, este indicat să se folosească la conductele magistrale pe care se pompează succesiv produse petroliere de calități diferite.

În toate cazurile este indicată utilizarea dopului de separare pe traseele de conducte cu diametru constant, care nu conțin strangulări sau opturări susceptibile de a imobiliza dispozitivul într-un anumit punct nedorit. Pentru bună regulă, în interiorul dopului se instalează o sursă radioactivă care, fiind ușor detectabilă cu contoare speciale, să permită controlul evoluției pe traseu a dispozitivului sau stabilirea punctului de imobilizare.

BIBLIOGRAFIE

1. Bărbatu, I. Gh. Tehnica exportului de produse petroliere în porturi maritime. Ed. tehnică, București, 1964.
2. Maurin, H. Programmation linéaire apliquée. Editions Technip, Paris, 1967.
3. Mănescu, M., Dumitru, V., Ionescu, V. și Bărbatu, I. Gh. Programarea liniară în industria petrolieră Ed. Academiei, București, p. 62, 1970.
4. Soheimat, F. Contribuții la micșorarea volumului de amestec în cazul transportului succesiv al țițeiului și produselor petroliere pe conducte. Teză de doctorat elaborată în cadrul I.P.G.G.-București sub conducerea științifică a prof. dr. doc. șt. T. OROVEANU.
5. Bărbatu, I. Gh. În: Petrol și gaze, nr. 7, 1957.

Rolul gazelor naturale în economia mondială

N. Puşcoiu şi I. Geangălă

1. Rezervele mondiale de gaze naturale

Cu cîteva decenii în urmă, principalul obiectiv al activităţii de cercetare geologică era, în exclusivitate, ţiţeiul, în timp ce descoperirea zăcămintelor de gaze constituia o surpriză, adesea nedorită de cercetătorii subsolului terestru. O dată cu intrarea gazelor naturale în circuitul economic mondial, prin activitatea de explorare se caută hidrocarburi în general — lichide sau gazoase. În ultimile trei decenii ale secolului nostru, activitatea extensivă de cercetare geologică a pus în valoare mari zăcăminte de gaze naturale, atît în ţările dezvoltate, cît şi în cele pe cale de dezvoltare. Rezervele de gaze descoperite în ultimul deceniu au dublat fondul de rezerve existent.

La sfîrşitul anului 1970, rezervele de gaze naturale ale globului terestru erau de 46,7 trilioane m^3, faţă de 18,7 trilioane m^3 existenţi la finele anului 1959. Aceste cantităţi de gaze naturale sînt echivalente din punct de vedere caloric, cu 60 miliarde m^3 antracit sau cu 40 miliarde m^3 ţiţei.

După unele aprecieri făcute de Shell Briefing Service, globul pămîntesc poate să mai deţină aproximativ 720 trilioane m^3 gaze, din care circa 450 trilioane m^3 rezerve sigure, iar dintre acestea, aproximativ 225 trilioane m^3 rezerve recuperabile. Dacă se adaugă cantitatea cunoscută pînă în prezent, se stabileşte fondul total de rezerve recuperabile de gaze naturale, de circa 270 trilioane m^3 ($270 \cdot 10^{12}$ m^3).

Din anul 1959 şi pînă în anul 1970, rezervele mondiale de gaze naturale au crescut cu $28 \cdot 10^{12}$ m^3, ceea ce înseamnă o creştere medie anuală de 8,7%, cantitatea extrasă crescînd anual aproximativ în aceeaşi proporţie.

Din tabela 1 se poate vedea că 61,5% din rezervele mondiale de gaze naturale sînt deţinute de trei ţări, şi anume: U.R.S.S., S.U.A. şi Iran, a căror populaţie reprezintă 13,3% din populaţia globului, 14,9% aparţine altor şase ţări: Kuweit, Arabia Saudită, Algeria, Libia, Venezuela şi Olanda, a căror populaţie însumează 1,3% din populaţia globului, iar restul de 23,6% din fondul total de rezerve este deţinut de 36 de ţări.

Printre zăcămintele mari de gaze naturale se pot cita următoarele:

— zăcămîntul Panhandle/Hogoton din Texas (S.U.A.), descoperit în anul 1918 şi ale cărei rezerve au fost de 2 000 mrd. m^3, în prezent

TABELA 1

Distribuirea pe glob a rezervelor de gaze naturale la 1.VII.1970

Deţinătorul rezervelor	Rezervele de gaze, miliarde m^3	Procentaj din rezervele totale ale globului	Populaţia în 1970, procentaj din populaţia globului
1. Globul pămîntesc	46 676	100	100
2. Ţări în curs de dezvoltare, din care:	17 005	36,4	48,4
Iran	6 062	12,8	0,7
Cuweit, Arabia Saudită Algeria, Venezuela	6 969	14,9	1,0
Restul ţărilor în curs de dezvoltare	3 974	8,7	46,7
3. Ţările socialiste, din care:	15 620	33,4	32,1
U.R.S.S.	14 983	32,0	6,8
Restul ţărilor socialiste	637	1,4	25,3
4. Ţările capitaliste dezvoltate, din care:	14 051	30,2	19,5
S.U.A.	7 793	16,7	5,8
Olanda	2 331	5,0	0,3
Canada şi Anglia	2 623	5,6	2,2
Restul ţărilor capitaliste dezvoltate	1 304	2,9	11,2

acest zăcămînt a fost exploatat în proporţie de 65%;

— zăcămîntul Groningen din Olanda, descoperit în anul 1959, care are o rezervă de 1 650 mrd.m^3 gaze şi se află la începutul exploatării sale;

— zăcămîntul Urengoi din Siberia, regiunea Tuimen (U.R.S.S.), descoperit în anul 1966, cu o rezervă de 13 000 mrd.m^3 gaze;

— zăcămîntul Iubileinoe (U.R.S.S.) avînd 2 040 mrd.m^3;

— zăcămîntul Medbeje (U.R.S.S.) cu 1 760 mrd.m^3;

— zăcămîntul Zapoliarnoe (U.R.S.S.) cu 1 600 mrd.m^3;

— zăcămîntul Hassi R'mel (Algeria) cu 1 500 mrd.m^3;

— zăcămîntul Khangiron (Iran) cu 1 400 mrd.m^3.

Pe lîngă aceste zăcăminte mari de gaze libere, care sînt considerate „unicate", în Orientul Apropiat mai există o serie de zăcăminte mari de gaze asociate, care se exploatează împreună cu ţiţeiul.

De asemenea, mai pot fi citate sute de alte zăcăminte mai mici, de gaze libere sau asociate cu ţiţeiul, existente în Australia, Brunei, Irak şi Pakistan.

Recent a fost descoperit în Alaska (S.U.A.) un zăcămînt unicat de gaze libere, ale cărui rezerve au fost calculate de 15 000 mrd.m³.

Mai sînt încă suprafeţe mari neexplorate, în special în ţările în curs de dezvoltare din Africa, Asia şi America latină unde, în viitor, pot fi descoperite noi zăcăminte de gaze.

De asemenea, mările şi oceanele constituie zone necunoscute în prezent, care pot deţine rezerve importante atît de ţiţei, cît şi de gaze.

2. Contribuţia gazelor naturale la progresul economic al ţărilor în curs de dezvoltare

Contribuţia pe care au avut-o gazele naturale în avansul economic şi social din ţările dezvoltate a atras atenţia ţărilor în curs de dezvoltare, pentru a lua măsuri în acest domeniu.

Gazele naturale îşi găsesc utilizare aproape în toate ramurile economice ale unei ţări. Gazele sînt folosite nu numai ca sursă de energie, dar şi ca materie primă pentru industria chimică, atît la producerea de îngrăşăminte pentru agricultură, cît şi pentru fabricarea unei întregi game de produse de consum. De asemenea, gazele naturale se folosesc cu mare eficienţă atît în procesele tehnologice din metalurgie, cît şi în scopuri casnice.

Cheltuielile de producţie ale gazelor naturale sînt mult mai mici decît cele ale cărbunilor, şisturilor petrolifere sau chiar ale ţiţeiului. De asemenea, gazele naturale, prin ardere provoacă o poluare a aerului mult mai redusă decît alţi combustibili.

Dezvoltarea industrială şi agricolă în multe ţări este întîrziată, într-o mare măsură, din lipsă de resurse energetice şi de materii prime pentru producerea îngrăşămintelor minerale. Cerinţele de energie ale ţărilor în curs de dezvoltare cresc mereu şi în cele mai multe cazuri ele sînt satisfăcute cu combustibili importaţi. În acelaşi timp resursele energetice proprii rămîn neutilizate integral. Chiar în ţările mari exportatoare de ţiţei, gazele sînt arse la coş, din lipsă de pieţe de desfacere.

În anul 1967 gazele naturale au asigurat 19,4 % din cererile totale de energie ale lumii, faţă de 14,6% în 1960. În ţările în curs de dezvoltare acest consum a fost de 12,6% în 1967 şi, respectiv, de 10% în 1960. În timp ce aceste ţări deţin 37% din fondul mondial de rezerve de gaze, consumul lor propriu se ridică la numai 6% din consumul mondial. De altfel, aproape în toate ţările în curs de dezvoltare care produc ţiţei, o parte considerabilă din gazele asociate este arsă la coş sau reinjectată în strat pentru menţinerea presiunii de zăcămînt.

TABELA 2

Producţia şi consumul de gaze naturale în ţările în curs de dezvoltare

	Producţia			Consumul		
	mrd. m³		procentaj de creştere 1967/1960	mrd. m³		procentaj de creştere 1967/1960
	1960	1967		1960	1967	
Întreaga lume	469,24	821,65	175	465,26	816,71	175
Ţările în curs de dezvoltare	23,40	45,92	196	22,23	43,39	195
Cota parte a ţărilor în curs de dezvoltare faţă de situaţia mondială	4,98	5,59	112	4,77	5,31	111

Producţia şi consumul de gaze naturale în ţările în curs de dezvoltare s-a dublat în perioada 1960—1967.

În tabela 3 se va arăta cota-parte a gazelor naturale în consumul global de energie al ţărilor în curs de dezvoltare din Africa, America Latină şi Asia, care sînt producătoare de gaze naturale.

În unele ţări gazele naturale asigură mai mult de 20% din balanţa energetică a ţării. Astfel: Algeria 24 %, Chile 21,3 %, Mexic 34,4%, Venezuela 48,2%, Indonezia 34,6%, Irak 20,4%, Pakistan 27,1%, Arabia Saudită

TABELA 3

Consumul de gaze naturale pentru producerea de energie în comparaţie cu consumul total de energie (în mil t cărbune echivalent)

	Consum total de energie			Consum de gaze naturale			Cota parte de gaze, %	
	1960	1967	creştere % 1967/1960	1960	1967	creştere % 1967/1960	1960	1967
Africa	6,59	10,98	167	0,04	1,57	3 920	0,6	14,3
Asia	104,08	150,99	145	7,76	14,93	192	7,5	9,9
America latină	117,95	169,69	144	24,37	41,19	169	20,7	24,2
Totalul zonelor de mai sus	228,62	331,66	145	32,17	57,69	179	14,0	17,4
Situaţia mondială	4 233,48	5 611,45	134	619,72	1 087,87	171	14,6	19,4

49,8%, U.R.S.S., 26%, S.U.A. 32%, România 50%.

Multe țări în curs de dezvoltare folosesc gazele naturale pentru producerea de îngrășăminte minerale. Astfel au fost construite combinate petrochimice care prelucrează atît gazele naturale, cît și petrolul, realizînd o întreagă gamă de produse chimice care altădată erau importate (Mexic, Iran, Kuweit, Pakistan ș.a.).

S-au făcut progrese considerabile într-un număr de țări în curs de dezvoltare în ceea ce privește utilizarea gazelor naturale pentru producerea de energie electrică, în industria cimentului, textile, pielărie, metalurgie.

3. Resursele energetice mondiale

Prima resursă energetică folosită la scară industrială a fost cărbunele. După cărbune a apărut țițeiul, al cărui rol în balanța energetică a crescut de la 4%, în anul 1900, la 40% în 1968. Gazele naturale care s-au înscris în lista resurselor energetice de-abia în jurul anului 1930, în prezent ele reprezentînd a cincea parte din resursele energetice mondiale.

Resursele hidraulice și atomice intră cu un procent foarte scăzut în balanța energetică a globului, pînă la 3%.

Resursele energetice clasice (cărbuni, petrol, gaze naturale) vor continua multă vreme să asigure energia necesară omenirii. Energia atomică, apărută după cel de-al doilea război mondial, nu joacă în prezent un rol însemnat în balanța energetică mondială. În viitor această resursă energetică se va dezvolta mult mai mult, pe măsură ce se vor epuiza celelalte resurse clasice.

Cererile de energie ale lumii cresc progresiv. Experții au apreciat că în anul 2000, necesitățile de energie ale globului vor fi aproape de patru ori mai mari decît sînt în prezent. Pentru a satisface aceste necesități de energie, se va dezvolta și industria nucleară. Pentru aceasta este necesar să se construiască sisteme de reactoare nucleară care să producă energie cu cheltuieli mult mai scăzute decît în prezent.

O altă sursă energetică de viitor o va constitui captarea radiațiilor solare și a celei geotermice.

După cum se vede în tabela 4, în decurs de 18 ani (1960—1968) ponderea cărbunilor în balanța energetică a scăzut cu 24%, în timp ce cota-parte a țițeiului și a gazelor naturale a crescut.

Statele Unite ale Americii, deși au avut rezerve suficiente de cărbuni pentru a acoperi în întregime balanța energetică a țării, au dezvoltat, din motive economice, și consumul celorlalte resurse energetice, țițeiul și gazele naturale.

În țările din vestul Europei acest proces s-a dezvoltat mult mai încet, accelerînd ritmul de dezvoltare a acestor resurse energetice în ultimii ani prin import de țiței și de gaze și prin descoperirea unor mari zăcăminte de gaze în Marea Nordului. Se presupune că în aceste țări, pînă în anul 1985, mai mult de 75% din necesarul energetic va fi acoperit de către gazele naturale și țițeiul, care în prezent asigură 57% din balanța energetică.

În U.R.S.S., de asemenea, a avut loc o schimbare rapidă în structura resurselor energetice. În anul 1950 cărbunii asigurau 83% din necesarul energetic al țării, în timp ce petrolul și gazele reprezentau numai 17%. În 1968 țițeiul și gazele acoperă 54% din balanța energetică, iar în anul 1975 acest procentaj va crește la 67%.

În tabela 5 se arată evoluția în timp a diferitelor resurse energetice ale globului.

Pentru realizarea energiei necesare, consumul de combustibil în anul 1985 este estimat la 14 mrd. t, iar în anul 2 000, la 24 mrd. t (cărbune echivalent). Rezervele recuperabile de cărbune, țiței, șisturi petrolifere, gaze naturale prevăzute în calculele de prognoză pentru anul 2 000 se ridică la 5 000 mrd. t cărbune echivalent, față de 3 400 mrd. t, existente în anul 1968.

Evoluția pe țări a diferitelor resurse energetice, %

TABELA 4

	Situația mondială			Țările în curs de dezvoltare			Țările cu economie planificată			Țările dezvoltate		
	1950	1960	1968	1950	1960	1968	1950	1960	1968	1950	1960	1968
Total	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Cărbuni	62,2	52,2	37,0	58,4	40,2	28,9	81,2	71,5	54,4	40,5	28,0	22,9
Țiței	25,3	31,2	41,5	26,0	37,2	45,7	16,0	19,5	25,6	53,4	59,7	61,4
Gaze naturale	10,9	14,6	19,3	13,7	20,0	22,7	2,5	8,2	18,9	4,3	9,9	12,7
Energie hidraulică și atomică	1,6	2,0	2,3	1,9	2,6	2,7	0,3	0,8	1,1	1,8	2,4	3,0

TABELA 5

Evoluția diferitelor resurse energetice ale globului, %

	1900	1920	1940	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968
Cărbuni	94,2	86,7	74,6	51,0	47,3	45,9	45,1	44,0	42,7	41,0	38,2	37,0
Țiței	3,8	9,5	17,9	32,5	34,9	35,7	36,1	36,7	37,5	38,6	40,5	41,5
Gaze naturale	1,5	1,9	4,6	14,5	15,7	16,2	16,7	17,2	17,6	18,2	19,0	19,3
Energie hidraulică și nucleară	0,5	2,0	2,9	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3

4. Locul gazelor naturale printre celelalte resurse energetice

În comparație cu țițeiul, folosirea gazelor naturale în scopuri energetice s-a dezvoltat foarte încet. La început gazele extrase o dată cu țițeiul au fost arse la coș, din lipsa posibilităților de a le transporta pînă la piețele de consum. În anul 1900, de exemplu, gazele naturale acopereau 1,5% din necesarul energetic. După cel de-al doilea război mondial, consumul de gaze în balanța energetică a crescut rapid, în special în S.U.A. și în U.R.S.S. În anul 1968, aproape 20% din cerințele mondiale de energie au fost acoperite de gazele naturale. În decurs de 9 ani (1960—1969) producția mondială de gaze naturale s-a dublat, ritmul anual de creștere întrecînd cu mult pe cel al producției de țiței și de cărbune. În România, în aceeași perioadă, producția de gaze naturale s-a triplat.

În anul 1969, producția mondială de gaze naturale a fost de 970 mrd. m³ (producția României a fost de 18 mrd. m³), ceea ce este echivalent din punct de vedere caloric cu 1,3 mrd. t antracit sau cu 840 mil t țiței.

Dezvoltarea rapidă a producției și în același timp a consumului de gaze naturale se explică prin capacitatea sa calorică ridicată și prin facilitatea transportului lor, în stare gazoasă sau lichidă pe conducte sau respectiv cu ajutorul metanierelor. De asemenea, la această dezvoltare au contribuit și cheltuielile reduse de extracție și de transport în comparație cu alți combustibili. A treia cauză care a contribuit la creșterea producției de gaze naturale a fost utilizarea lor tot mai frecventă ca materie primă în industria chimică.

În ultimii 10 ani aproape 94% din întreaga producție de gaze a fost consumată în America de Nord și în Europa.

Datorită descoperirilor de mari zăcăminte de gaze în U.R.S.S., Africa și Europa de Vest, structura consumului de gaze s-a schimbat. Gazele au început să fie transportate fie sub formă gazoasă, fie sub formă lichidă în Europa, America de Nord și Japonia.

În anul 1969, producția cumulată a U.R.S.S. și S.U.A. a fost de 772 mrd. m³, iar consumul de 780 mrd. m³, ceea ce reprezintă 80% din producția mondială de gaze naturale. După aceste două țări mari producătoare și consumatoare de gaze, în ordine descrescătoare ca producție, se situează Canada, România, Olanda, Mexicul, Italia și Anglia. În anul 1969 producția totală a acestor șase țări a fost de 127 mrd. m³, reprezentînd 13% din producția mondială de gaze. Restul de 70 mrd. m³ sau 7% au fost produse de alte 36 de țări ale globului.

O mare cantitate de rezerve de gaze este situată în țări mai puțin dezvoltate sau în zone foarte îndepărtate de centrele de consum. Din acest motiv transportul gazelor de la producători la consumatori este greoi și costisitor, făcînd ca unele zăcăminte să fie mai rentabile decît altele, în funcție de poziția lor geografică. De exemplu, în S.U.A. aproape 75% din rezerve sînt gaze libere, care pot fi folosite pe piețele interne, ca și gazele asociate de altfel. O situație asemănătoare există și în Europa.

În Orientul Apropiat, unde industria nu este suficient de dezvoltată pentru a asigura consumul la nivelul rezervelor de gaze existente, producția de gaze se rezumă numai la cîteva zăcăminte. Așa se explică construcția unei conducte transiraniene care a fost dată în funcțiune în anul 1970. Această conductă a creat posibilitatea de a se exporta o mare cantitate de gaze asociate din Iranul de Sud în unele raioane din U.R.S.S., unde exista deficit de gaze. De asemenea, s-a elaborat proiectul unei conducte pe care să se transporte gaze lichefiate — propan, butan și alți componenți separați din gazele asociate.

În prezent gazele naturale se exportă fie în stare gazoasă, fie în stare lichidă din Africa în Europa, din Alaska în Japonia, din Brunei în Japonia, din Algeria, Venezuiela și Trinidad în S.U.A., din U.R.S.S în Europa de Vest și în Japonia.

Gazele naturale pot juca un rol important în lupta împotriva poluării aerului atmosferic.

În diferite țări cu industrie dezvoltată au fost luate o serie de măsuri care modifica structura resurselor energetice. Aceste măsuri vor contribui la dezvoltarea în continuare a consumului de gaze naturale.

Începînd din anul 1940, consumul de gaze pentru producerea de energie a crescut cu o medie anuală de 0,5%. Dacă se va păstra acest ritm de creștere, în anul 2000 gazele naturale vor asigura 35% din balanța energetică mondială.

În unele țări, cum sînt S.U.A., Canada, Olanda, gazele naturale acoperă în anul 1970, peste 30% din necesarul de energie al țărilor respective. În România acest procentaj depășește în prezent 50%. În Olanda ponderea gazelor naturale în producerea de energie va ajunge în anul 1980 la 45%, în U.S.S.S., la 35 %, iar în țările din Europa de Vest la 11 — 12%.

În ceea ce privește dezvoltarea consumului de gaze naturale în Australia, Noua Zeelandă și Japonia, este greu să se facă previziuni, întrucît rezervele actuale de gaze ale acestor țări sînt foarte mici, 390 mrd. m³, din care 360 mrd. m³ sînt deținte de Australia. Se știe totuși că în Australia există unele indicații în zonele oceanice, ceea ce ar putea pune în evidență în următorii ani importante zăcăminte de gaze.

Japonia extrage anual circa 2 mrd. m³ gaze naturale dintr-un fond actual de rezerve de 7 mrd. m³. Și în această țară se pare că există unele perspective de descoperire a unor structuri petrogazeifere în zonele oceanice. Marele consum de gaze al Japoniei se bazează în principal pe impot. Astfel, în anul 1972 Japonia va importa 4—5 mrd. m³ gaze din Brunei; din asemenea, Japonia a încheiat contracte cu unele companii producătoare de gaze din Alaska, pentru o perioadă de 15 ani, care să livreze anual circa 1,4 mrd. m³ gaze lichefiate. În afară de acestea, Japonia a dus tratative cu U.R.S.S. pentru a construi o uzină de lichefiere a gazelor naturale în insula Sahalin sau la Vladivostoc.

Cu excepția U.R.S.S. și a României, celelalte țări din Europa de Vest urmează să importe gaze din U.R.S.S., Olanda și Algeria.

Din calculele făcute a rezultat că transportul gazelor în stare lichidă este rentabil, întrucît energia necesară reprezintă 25—30% din cea necesară pentru transportul aceluiași volum de țiței, în timp ce valoarea energetică a unității de volum de gaze lichefiate este aproximativ de patru ori mai mare decît a aceleiași unități de volum de țiței.

Pe acest raționament economic se bazează dezvoltarea industriei de metaniere și de înmagazinări subterane de gaze naturale în stare lichidă sau gazoasă.

5. Exportul și importul de gaze naturale

a. *Transportul gazelor prin conducte*

O mare cantitate de gaze naturale, care intră în sfera comerțului internațional, se transportă pe conducte între țări învecinate sau care nu sînt separate între ele prin suprafețe mari de ape.

În tabela 6 se prezintă situația exportului de gaze prin conducte.

Deși în Orientul Mijlociu sînt rezerve importante de gaze naturale, ele n-au fost încă valorificate la export din lipsă de conducte de transport. Pînă în prezent s-au elaborat numai două proiecte pentru construirea de conducte,

TABELA 6

Exportul de gaze naturale prin conducte

Proveniența gazelor	Destinația	Anul începerii livrării	Cantitatea livrată, mrd.m³
Mexic	S.U.A.	1970	1,12
Canada	S.U.A.	1970	16,80
		1975	34,30
		1980	50,70
		1985	72,00
		1990	98,50
Olanda	R.F. a Germaniei	1970	3,70
		1975	9,15
		1980	12,60
Olanda	Belgia	1970	4,45
		1975	7,18
Olanda	Franța	1970	3,00
		1975	5,00
Olanda	Italia	1973	6,00
Algeria	Italia	1975	6,00
Cehoslovacia	Austria	1970	0,15
		1975	0,18
U.R.S.S.	R.F.a Germaniei	1973	0,52
		1978	3,00
		1993	5,00
U.R.S.S.	Austria	1970	0,95
		1975	1,98
		1980	1,62
U.R.S.S.	Franța	1977	2,47
		1980	3,00
U.R.S.S.	Italia	1973	4,00
		1979	6,00
U.R.S.S.	Japonia	1975	2,25
		1980	4,00
U.R.S.S.	Cehoslovacia	1970	0,98
		1975	2,10
U.R.S.S.	Ungaria	1975	0,98
U.R.S.S.	Polonia	1970	1,50
		1975	3,00
		1980	3,90
U.R.S.S.	Bulgaria	1974	5,00
U.R.S.S.	Finlanda	1974	0,50
		1980	3,00
Afganistan	U.R.S.S.	1970	2,50
Iran	U.R.S.S.	1972	6,00
		1975	10,00
Bolivia	Argentina	1972	1,52
Irak	Turcia	1974	3,10

TABELA 7

Exportul de gaze naturale lichefiate

Producătorul	Destinatarul	Începutul livrării	Durata contractului, ani	Cine execută transportul	Cantitatea de gaze lichide contractată, mil. m^3/zi
A. *Sisteme în serviciu*					
Algeria	Anglia	1964	15	Camel British Gas Council conch International	2,8
Alaska	Japonia	1969	15	Phillips Petroleum Co Marathon Oil Co Tokyo Gas Co Tokyo Electric Co	4,0
Libia	Italia	—	20	Esso Standard Libya SNAM	6,6
Libia	Spania	1971	15	Esso Standard Libya	3,1
Algeria	Franța	1965	15	Camel-Gaz de France	1,4
B. *Sisteme în construcție*					
Algeria	Franța (Fos)	1972	15	Sonatrach Gaz de France Samalgaz	9,8
Brunei	Japonia	iarna 1972/1973	20	Brunei Shell Petroleum Co Brunei L N G Ltd. Coldgas Trating Co	16,1
C. *Sisteme în stadiu de proiect*					
Algeria	S.U.A.	1971	20	Sonatrach Alocean Ltd	1,1
				Distrigas Corp	4,4
		1974 1975		Sonatrach	8,4
		1974		El Paso Gas Co. subsidiar El Paso Atlantic Co El paso Eastern Co	8,4 5,6
			25	Columbia L N G Co Consolidates Natural Gas Co	8,4 5,6
			25	Southern Energy	14,0
D. *Sisteme în studiu*					
Venezuela	S.U.A.	1975	20	Venezuelan Govt. Co	28,0
Nigeria	S.U.A.	1975	20	Royal Dutch Shell	14,4
Noua Guinee	Japonia	—	20	—	4,0
AbuDhabi	Japonia	1975	—	British Petroleum/CFP	6,0
Iran	Japonia	—	—	NIGC/ELF ERAP	11,2
Sarawak	Japonia	—	—	Shall/Mitsubishi	17,0
Trinidad	S.U.A.	—	20	Standard of Indiana	14,0

și anume : o conductă din Irak în Turcia și una către coasta Mării Mediterane.

Datorită distanțelor mari, se pare că nici în viitorul apropiat nu se vor construi conducte de transportat gaze din zăcămintele din Orientul Mijlociu către zonele consumatoare din vestul Europei.

În cazul Africii de Nord, o societate mixtă algeriană siciliană (SONEMS) studiază posibilitatea de a construi o conductă submarină prin care să se transporte gaze din Algeria în Sicilia.

În Asia de Sud-Est, cea mai mare piață de desfacere a gazelor naturale este Japonia, dar întrucît această țară este separată de restul continentului de către ocean, transportul gazelor prin conducte nu poate fi realizat.

În America de Sud, rezervele de gaze pe care le dețin unele țări în curs de dezvoltare pot găsi consumatori în țările vecine. Astfel, gazele pot fi exportate din Chile în Argentina și din Bolivia în Argentina și Brazilia. Importantele rezerve din Venezuela vor fi exportate în stare lichidă în S.U.A.

b. *Transportul gazelor în stare lichidă*

Lucrările privitoare la lichefierea gazelor pot fi grupate în două categorii principale :

— lichefierea se produce numai pentru acoperirea vîrfurilor de consum. În această situație, gazele lichefiate se regazeifică în perioada de creștere a consumului, cînd se injectează în conducte ;

— lichefierea se produce în mod continuu, transportul efectuîndu-se cu ajutorul metanierelor.

Situația exportului de gaze naturale lichefiate este prezentată în tabela 7.

BIBLIOGRAFIE

1. *** Role du gaz naturel dans le secteur énergetique — tendances et perspectives. Document rédigé par le Secrétariat de l'organization des Nations Unies. În : ESA/RT/Meeting **III**, 4 aug. 1971.
2. Yeganeh, M. Regional Cooperation for Utilization of Natural Gas in Developing Countries. În : ESA/RT/Meeting **III**, 22 sept. 1971.
3. Khan, M. A. R. Les perspectives d'exportation du gaz naturel. În : ESA/RT/Meeting **III**, 21 aug. 1971.

Cercetări asupra comportării garniturilor nemetalice ale îmbinărilor prin flanşe

Magdalena Posea

Îmbinarea prin flanşe trebuie concepută ca un sistem elastic , alcătuit din flanşe, manta, garnitură, şuruburi sau prezoane, a cărui stare de deformare (în condiţii de lucru) determină în cea mai mare măsură capacitatea sa de etanşare. Garnitura, ca principal element elastic al îmbinării, are un rol deosebit de important în realizarea şi menţinerea etanşeităţii sistemului şi de aceea cunoaşterea caracteristicilor ei fizico-mecanice, chimice şi dimensionale este absolut necesară pentru proiectarea unor îmbinări sigure în funcţionare. Se ştie că legea de variaţie a presiunii de contact pe garnitură (de regulă neliniară) este funcţie de deformaţiile efective ale flanşelor şi de proprietăţile elastice ale materialului garniturii. Insuficienta studiere a comportării materialelor pentru garnituri, mai ales a celor noi, constituie în prezent un obstacol de netrecut în calea elaborării unei metode moderne şi concludente pentru calculul de etanşeitate—rezistenţă al îmbinărilor prin flanşe. Totodată, cunoaşterea caracteristicilor materialelor pentru garnituri ajută şi la adoptarea unor forme geometrice adecvate a suprafeţelor de etanşare, care să asigure utilizarea raţională şi completă a caracteristicilor materialelor folosite.

Este cunoscut faptul că dezetanşarea îmbinărilor prin flanşe depinde de mulţi factori, dintre care menţionăm :

- tipul materialului folosit pentru garnitură şi caracteristicile sale ;
- dimensiunile garniturii (diametre, grosime etc.) şi raportul dintre ele ;
- forţa totală cu care este strînsă garnitura şi presiunea de contact pe garnitură ;
- rugozitatea suprafeţelor de etanşare ale flanşelor şi garniturii ;
- forma suprafeţelor de etanşare ;
- condiţiile de exploatare.

Dată fiind existenţa în literatura de specialitate a unor indicaţii sumare şi incomplete în ceea ce priveşte stabilirea calităţii materialelor şi a elementelor dimensionale pentru garnituri s-a considerat necesară realizarea unei aparaturi (în parte prezentată în această lucrare), cu ajutorul căreia s-au efectuat experienţe sistematice care urmăresc să contribuie la elucidarea unora dintre aspectele semnalate.

1. Instalaţia de încercare

Se ştie că, la montaj, în condiţiile de prestrîngere a asamblării, apare în şuruburi o tensiune de tracţiune care provoacă o alungire a lor, iar în garnitură o tensiune de compresiune, căreia îi corespunde o comprimare a garniturii şi că, în condiţii de regim, presiunea interioară produce o alungire suplimentară a şuruburilor (prezoanelor) şi o descărcare a garniturii.

Pentru ca datele experimentale să nu fie influenţate de aceste fenomene, s-a proiectat şi s-a realizat o instalaţie de încercare în care acestea nu mai intervin.

Instalaţia de încercare prezentată în figura 1 se compune din :

— presa hidraulică cu coloane, cu ajutorul căreia se realizează comprimarea garniturii între suprafeţele de etanşare ale modelului de îmbinare prin flanşe ;

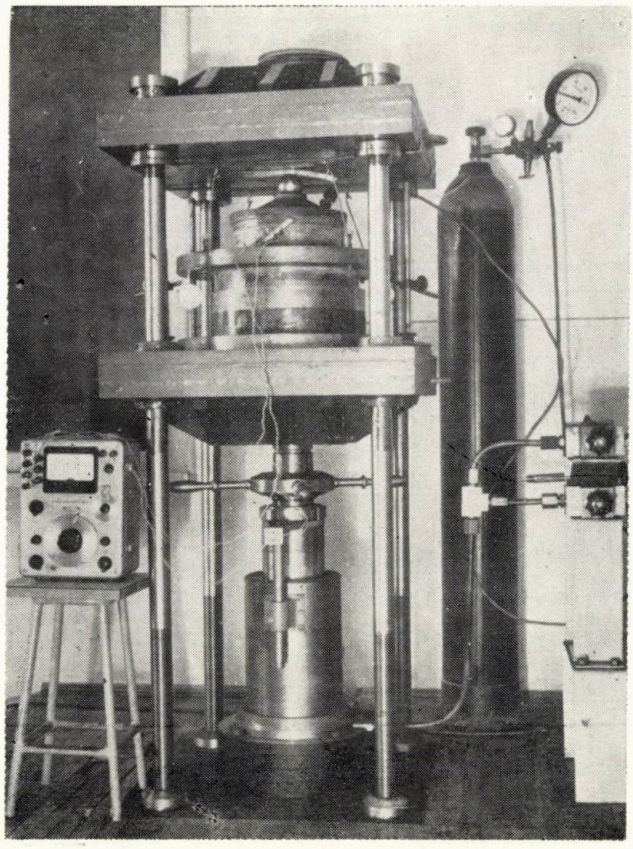


Fig. 1. Instalaţie pentru experimentarea etanşărilor frontale statice.

— sistemul pentru crearea presiunii interioare care permite, atît reglarea presiunii în intervalul 0—150 kgf/cm², cît și măsurarea presiunii interioare în orice moment;

— modelul îmbinării prin flanșe; pentru garnituri late, autorul a realizat modelul din figura 2, iar pentru garnituri înguste s-a utilizat modelul din figura 3;

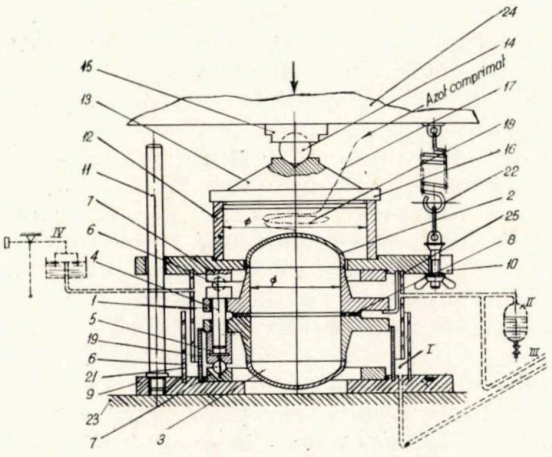


Fig. 2. Modelul îmbinării prin flanșe cu suprafețe de etanșare plane:

1 — flanșă rotundă, cu gît, pentru sudare, CPI—40—150 STAS 6066—67; *2* — capac elipsoidal; *3* — fund elipsoidal; *4* — tijă (8 bucăți); *5* — pastilă (8 bucăți); *6* — bilă (16 bucăți); *7* — inel (2 bucăți); *8* — garnitură; *9* — placă inferioară; *10* — placă superioară; *11* — tijă de ghidare (2 bucăți); *12* — doză tensometrică; *13* — piesă de reazem; *14* — bilă; *15* — piesă de reazem; *16* — racord de intrare pentru azotul comprimat; *17* — niplu; *18* — serpentină; *19* — bucșă; *20* și *21* — bucșă din plexiglas; *22* — sistemul de suspendare pentru placa superioară; *23* — placa mobilă a presei hidraulice; *24* — placa fixă a presei hidraulice; *25* — agățătoare (3 bucăți).

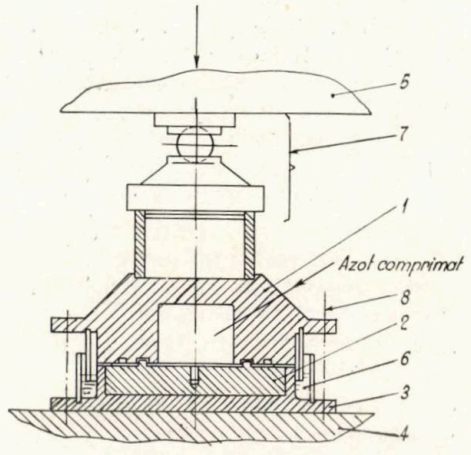


Fig. 3. Model de îmbinare prin flanșe având suprafața de etanșare de tipul cu canal și pană:

1 — placă cu canale; *2* — placă cu pană; *3* — placă de bază; *4* — placa mobilă a presei hidraulice; *5* — placa fixă a presei hidraulice; *6* — închidere hidraulică; *7* — sistemul de încărcare și măsurare a forțelor (vezi reperele 12—15 pe figura 2); *8* — tijă de ghidare (2 bucăți).

— sistemul de măsurare a forțelor care solicită garnitura.

Pentru lărgirea posibilităților de experimentare ale instalației, se consideră necesară completarea ei cu:

— sistemul de recuperare și măsurare a scăpărilor prin dezetanșare, a cărui schemă de principiu este trasată cu linie întreruptă în figura 2;

— sistemul pentru menținerea constantă în timp a forței de comprimare a garniturii.

1.1. *Sistemul de măsurare a forțelor*

S-a realizat un dinamometru tensometric, de tipul doză de forță solicitată la compresiune, prezentat în figura 4.

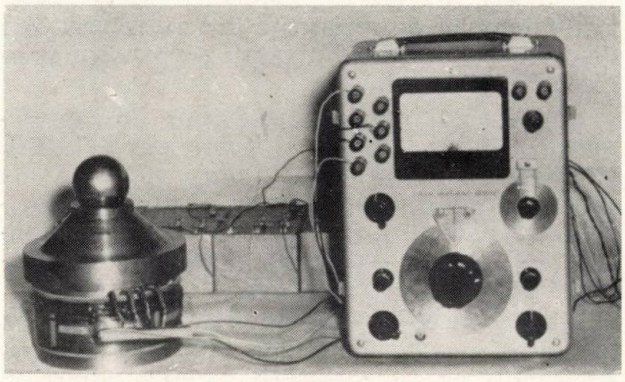


Fig. 4. Dinamometru tensometric.

Sistemul de măsurare prin tensometrie electrică rezistivă adoptat prezintă următoarele avantaje:

— precizie de măsurare, întrucît traductoarele tensometrice electrorezistive sînt așezate pe parcursul fluxului de forță și, prin urmare, valoarea parametrului de măsurat nu se transmite prin piese mecanice intermediare, care ar favoriza apariția erorilor sistematice și întîmplătoare;

— sensibilitate mare și care poate fi mărită prin adoptarea unei scheme electrice adecvate de montaj al traductoarelor;

— nu prezintă histerezis în limitele de temperaturi prescrise, în funcție de adezivii folosiți la lipirea mărcilor tensometrice;

— permite compensarea erorilor întîmplătoare datorate variațiilor de temperatură ale mediului ambiant.

Traductoarele au fost montate pe un suport de forma unei bucșe cilindrice, deoarece această variantă permite:

— încărcarea centri că a sistemului de măsurare prin intermediul reazemului sferic (figurile 2 și 3);

— compensarea, prin schema electrică de montaj a traductoarelor, a excentricităților datorate abaterilor de formă geometrică ale pieselor instalației;

— realizarea unui instrument de măsurat independent, care odată etalonat poate fi utilizat și pe alte instalații de încercare.

Măsurarea variațiilor de rezistență ale traductoarelor s-a realizat prin introducerea lor într-un

circuit electric (punte Wheastone) alimentat cu curent continuu.

Puntea Wheastone, formată numai din traductoare tensometrice identice, dispuse în număr egal pe cele patru brațe, are :

— două brațe active (ceea ce înseamnă o amplificare de două ori a semnalului, față de puntea cu un singur braț activ), pe care traductoarele îndeplinesc rolul de traductoare active de efort, fiind montate pe direcția solicitării ;

— două brațe pasive, pe care traductoarele îndeplinesc funcția de traductori compensatori ai diferențelor de rezistență datorite variațiilor de temperatură, fiind montați perpendicular pe direcția solicitării.

S-au întrebuințat pentru fiecare doză tensometrică 16 traductoare (Orion, tip 2359/TH, cu baza de măsurare de 20 mm), montate cîte patru pe fiecare braț, dispuse simetric pe generatoarele bucșei-suport, pentru a elimina printr-o compensare electrică efectul unei eventuale excentricități a sarcinii.

Lipirea mărcilor tensometrice s-a făcut cu un adeziv organic pe bază de celuloid și acetonă. Protejarea lor s-a realizat cu un înveliș dintr-un amestec de araldit de tip D 230 cu întăritor 902, avînd $\sigma_r = 1\,000$ kgf/cm^2 și $E = 40\,000$ kgf/cm^2.

Cele două doze tensometrice au fost etalonate pe o presă hidraulică de 30 tf, după ce în prealabil au fost încărcate și descărcate de cîteva ori, pentru a se elimina fenomenul de histerezis al adezivului (folosit la lipirea traductoarelor) și al suporturilor de hîrtie ale mărcilor.

Apoi dozele de forță au fost încărcate treptat, din 2,5 tf în 2,5 tf, pînă la 30 tf, de cîte 40 de ori.

Citirile, făcute la o punte tensometrică Orion, au fost prelucrate prin metoda diferențelor finite medii și cu rezultatele obținute s-a trasat diagrama de etalonare din figura 5, pentru doza de forță utilizată la modelul din figura 2, și diagrama de etalonare din figura 6, pentru doza de forță uztilizată la modelul din figura 3.

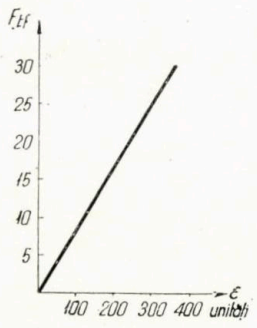


Fig. 5. Diagrama de etalonare a dozei tensometrice pentru modelul din figura 2.

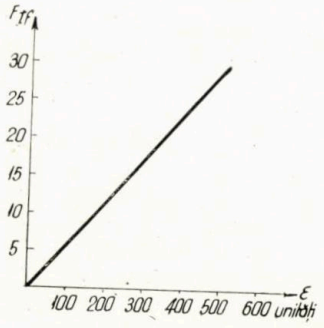


Fig. 6. Diagrama de etalonare a dozei tensometrice pentru modelul din figura 3.

1.2. *Sistemul de recuperare și măsurare a scăpărilor*

Modelele au fost astfel realizate, încît pierderile de fluid să poată fi colectate în închizătorul hidraulic *I* (fig. 2). Pentru a putea măsura cantitatea de scăpări într-un anumit interval de timp, aparatura existentă trebuie completată cu recipientul de sticlă *II*, de volum cunoscut și gradat cu precizie, manometrul diferențial *III* și balanța hidraulică *IV*. Principiul de funcționare a sistemului este prezentat pe scurt în continuare. Recipientul *II* se umple inițial cu apă saturată în aer. Gazul (azotul) care scapă pe la garnitură provoacă o creștere a presiunii în sistem, evidențiată la manometrul *III*. Creșterea de presiune este comunicată balanței hidraulice *IV*, care este în echilibru cînd în închizătorul hidraulic *I* presiunea este egală cu cea atmosferică. Această creștere de presiune provoacă un dezechilibru al brațului balanței *IV* și, respectiv, o deplasare a acului său, la extremitatea căruia se află un mic semnal luminos, care comandă, prin intermediul a două circuite electronice cu fototranzistor, o electrosupapă. Prin eliminarea unei cantități de lichid din recipientul *II*, se mărește volumul disponibil pentru gazul conținut în sistemul de măsură și se poate crea din nou o presiune egală cu cea atmosferică. Pentru a se determina cît timp durează această evacuare, se poate utiliza un ceas electric care, sub comanda circuitului fototranzistorului, pornește cînd se deschide electrosupapa, deci cînd nivelul lichidului din recipientul *II* începe să scadă și se oprește cînd electrosupapa se închide, deci nivelul lichidului s-a stabilizat la o anumită valoare. Conoscînd volumul de lichid evacuat, se poate stabili cantitatea de fluid pierdută pe la garnitură. Corelarea cantității de scăpări cu parametrii dimensionali ai garniturii ar putea constitui în viitor un indicator prețios în proiectarea îmbinărilor prin flanșe.

Pentru a nu avea variații ale nivelului lichidului din închizătorul hidraulic, datorate evaporării, este necesar să se utilizeze un lichid puțin evaporabil și să se controleze cu manometrul *III*, pentru fiecare experiență în parte, nivelul inițial și final.

Se înțelege că, în afara sistemului prezentat mai sus, referitor la recuperarea și măsurarea scăpărilor prin dezetanșare, pot fi imaginate și alte sisteme, care pot diferi între ele atît ca principiu, cît și ca grad de precizie.

2. Obiectivele experiențelor

Dat fiind faptul că în prezent instalației de încercare îi lipsește sistemul de recuperare și de măsurare a pierderilor, precum și sistemul pentru menținerea constantă în timp a forței de compresiune, experiențele efectuate au avut drept

scop trasarea curbelor de compresiune și a curbelor de etanșeitate, adică stabilirea dependenței dintre :

— deformația specifică a garniturii ε și presiunea pe garnitură q ;
— presiunea interioară a mediului p_i și presiunea pe garnitură q_{cr}, în condiții-limită (în momentul pierderii etanșeității), fără considerarea efectului temperaturii.

Se menționează că experimentarea efectuîndu-se pe flanșe cu gît de dimensiuni standardizate a condus la obținerea unor rezultate aplicabile direct flanșelor reale.

2.1. *Curbe de compresiune*

În general, deformațiile garniturilor nu se produc după relații liniare, ci după funcții ale căror expresii analitice sînt deosebit de utile pentru calculul exact la etanșeitate al îmbinărilor prin flanșe.

Figurile 7 și 8 oferă o imagine calitativă concludentă asupra curbelor de compresiune

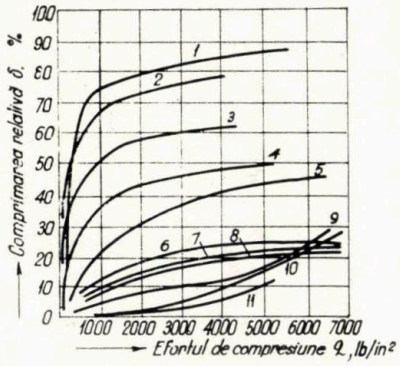


Fig. 7. Curbe de compresiune :

1 — compoziție pe bază de plută, cu liant de protienă ; *2* — compoziție pe bază de plută, cu liant de elastomer continuu ; *3* — plută și cauciuc ; *4* — hîrtie impregnată pentru garnituri ; *5* — pînză de azbest cauciucată ; *6* — fibră de azbest cu bătătură de cauciuc ; *7* — fibră de azbest ; *8* — pînză de azbest impregnată ; *9* — foaie de cauciuc natural ; *10* — teflon ; *11* — teflon armat.

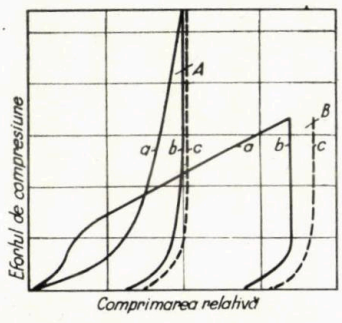


Fig. 8. Curbele de descărcare și curba de primă încărcare a garniturilor moi.

(ridicate experimental) pentru o gamă de materiale nemetalice [1, 9]. Din analiza curbelor trasate în figura 7, rezultă că alura acestora este funcție de calitatea materialului garniturii, iar din punctul de vedere al legilor de variație, ele se pot grupa convențional în trei tipuri principale : astfel, curbele *1*, *2*, *3* și *4* constituie tipul *A*, curbele *5*, *6*, *7* și *8*, constituie tipul *B*, iar *9*, *10* și *11* — tipul *C*.

Pentru tipul *A*, funcția $q = f(\delta)$ are un caracter continuu pe întregul domeniu de variație și poate fi exprimată explicit sub forma :

$$q = k_1 \cdot \delta^{k_2},$$

în care k_1 și k_2 sînt indici de compresiune a căror valoare depinde de materialul garniturii și se poate determina din curbele de compresiune construite pe bază experimentală.

Panta curbelor $\frac{dq}{d\delta} = k_1 \; k_2 \; \delta^{k_2 - 1}$ reprezintă modulul de elasticitate real al garniturii, care are o variație continuă, uniformă și crescătoare cu δ.

Pentru tipul *B*, funcția $q = f(\delta)$ are un caracter continuu, iar panta curbelor este constantă pe porțiuni.

Pentu tipul *C*, funcția $q = f(\delta)$ are un caracter continuu [și poate fi exprimată explicit sub forma :

$$q = \left(\frac{1}{k_1'}\right)^{\frac{1}{k_2'}} \cdot \delta^{\frac{1}{k_1'}} = k_1 \delta^{k_2}.$$

În acest caz, panta variază continuu, uniform și descrește cu mărirea sarcinii.

Este cunoscut faptul că curbele de compresiune construite pentru prima încărcare și pentru încărcări ulterioare diferă la același material, iar curbele de descărcare sînt aproape liniare (fig. 9).

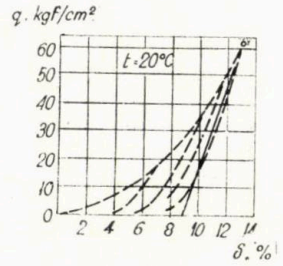


Fig. 9.

2.2. *Curbe de etanșeitate*

În timpul funcționării unei îmbinări prin flanșe, este necesară asigurarea unei presiuni de contact pe garnitură q, care, în toate punctele de pe periferia garniturii, trebuie să verifice legea fundamentală a etanșării :

$$q \geqslant q_{cr},$$

în care q_{cr} este valoarea minimă a presiunii instantanee de contact, care mai poate încă asigura etanșeitatea.

Pentru un anumit material de garnitură și un anumit tip de suprafețe de etanșare, presi-

unea minimă de contact pe garnitură este funcție de presiunea interioară.

Cercetările experimentale au confirmat considerațiile teoretice pe baza cărora s-a stabilit că această dependență este liniară [4—7].

3. Rezultatele experiențelor privind curbele de compresiune

3.1. *Garnituri înguste*

Pe modelul din figura 3, au fost încercate garnituri înguste, avînd dimensiunile Ø 150 × Ø 130 mm de diferite grosimi, din următoarele materiale: kautasit, compound polipropilenă cu polietilenă amil-sodiu polietilenă 322, polietilenă 121, polietilenă 721. Cele trei sortimente de polietilenă sînt, de asemenea, materiale indigene. Deformațiile garniturii au fost măsurate cu microcomparatoare așezate diametral opus, astfel încît să se obțină o deformație medie, cu o valoare foarte apropiată de cea reală. Pe baza citirilor de la puntea tensometrică și a curbelor de etalonare, s-au determinat forțele corespunzătoare și apoi presiunile pe garnitură.

În figurile 10, 11 și 12 sînt redate curbele de compresiune obținute pe baza prelucrării datelor experimentale.

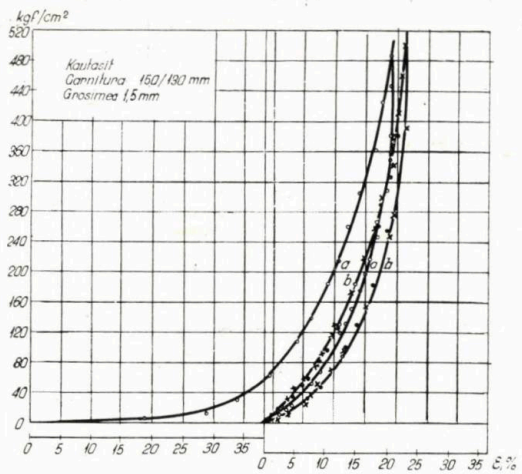


Fig. 10.

În afara metodei utilizate pentru măsurarea deformației garniturii, pot fi folosite și alte metode, care să utilizeze traductoare de deplasări speciali.

3.2. *Garnituri late*

Pe modelul din figura 2, s-au experimentat, utilizînd același procedeu ca pentru garniturile înguste, garnituri Ø 220 × Ø 150 mm, de diferite grosimi din; kautasit, klingherit românesc și compound polipropilenă cu polietilenă amil-sodiu (fig. 13 — 15).

4. Rezultatele experiențelor privind curbele de etanșeitate

Curbele de etanșeitate s-au trasat pe baza datelor experimentale obținute pe garnituri înguste de diferite grosimi, executate din următoarele materiale: compound polipropilenă cu polietilenă, amil-sodiu (fig. 16), polietilenă 121, 322, 721 (fig. 17) și kautasit (fig. 18).

Din aceste curbe rezultă legile de variație și valorile presiunii pe garnitură la montaj q și cele ale presiunii critice de scăpare q_{cr}. Pe baza acestora se poate stabili forța teoretică necesară strîngerii șurubului (prezonului). Se

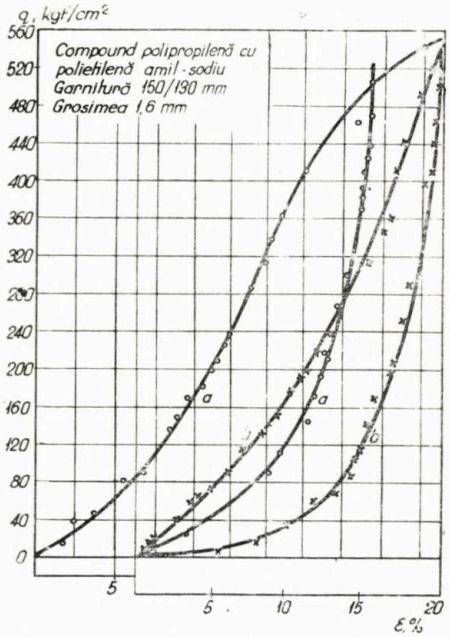


Fig. 11 *a*.

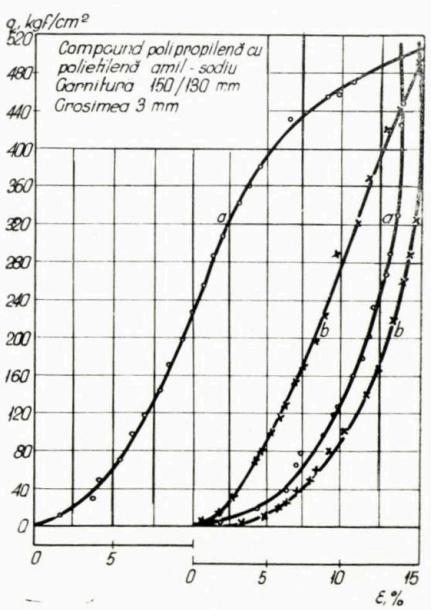


Fig. 11 *b*.

înțelege însă că, pentru determinarea cuplului de strîngere ce trebuie aplicat șurubului prezonului, trebuie să se țină seama că 90 % din cuplu este utilizat pentru învingerea frecărilor și că :

— materialul, calitatea și tratamentul termochimic (zincare, cadmiere) aplicat suprafețelor de așezare ale piuliței, materialul, calitatea și tratamentul termic și termochimic, aplicat suprafeței filetelor și piulițelor, gradul de ungere a suprafețelor în contact și mișcare în timpul strîngerii, pot face ca mărirea cuplului necesar să varieze de la 100 pînă la 145 %.

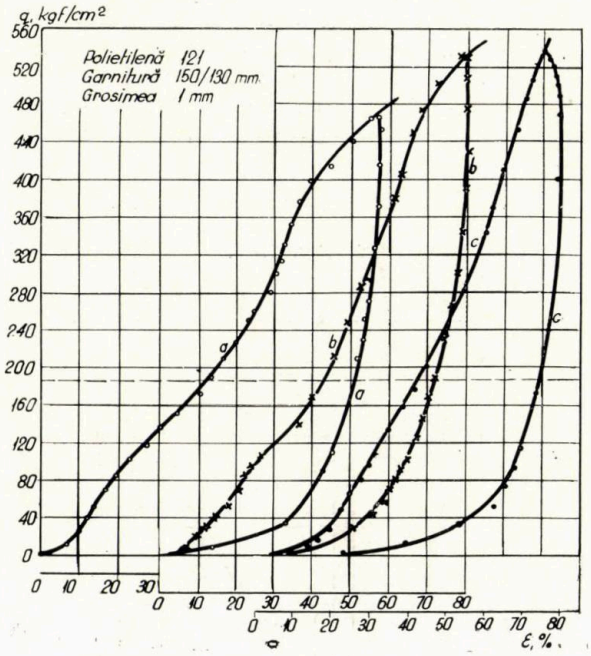


Fig. 12 *a*.

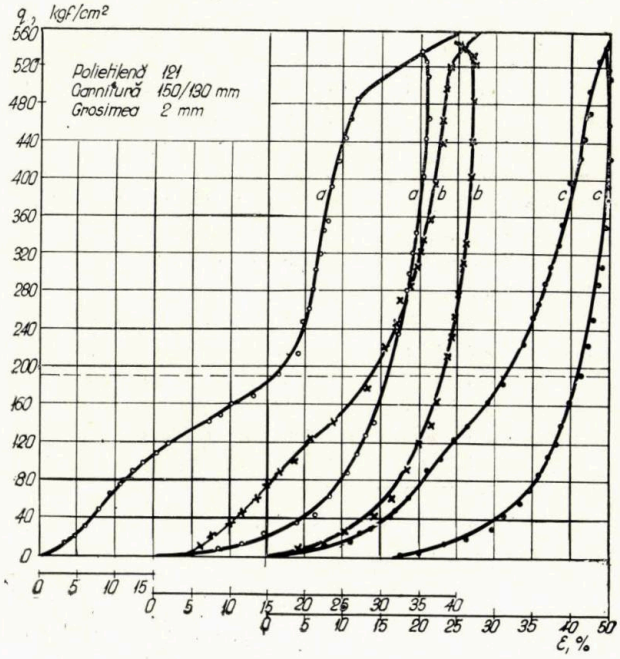


Fig. 12 *b*.

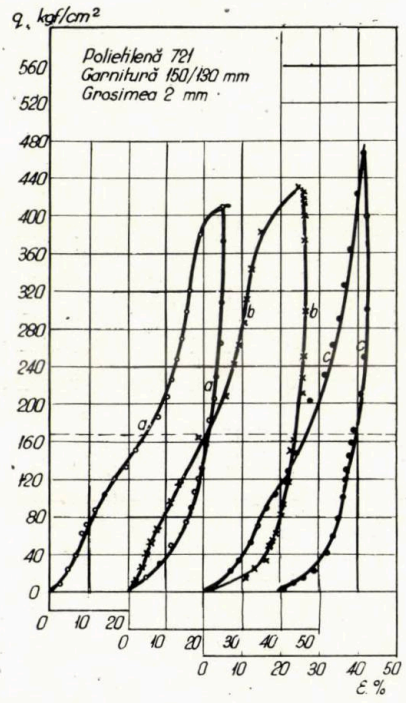


Fig. 12 *c*.

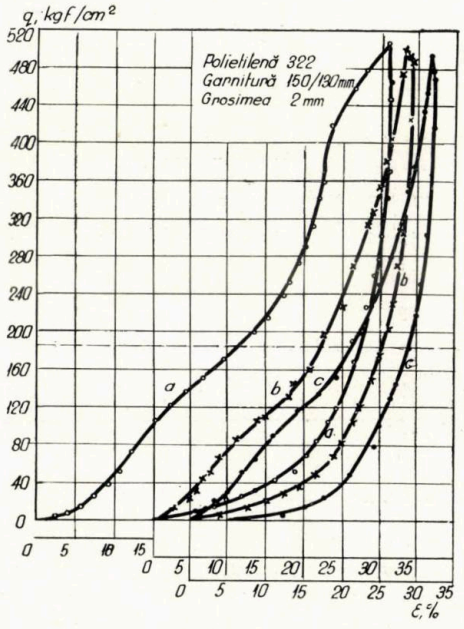


Fig. 12 *d*.

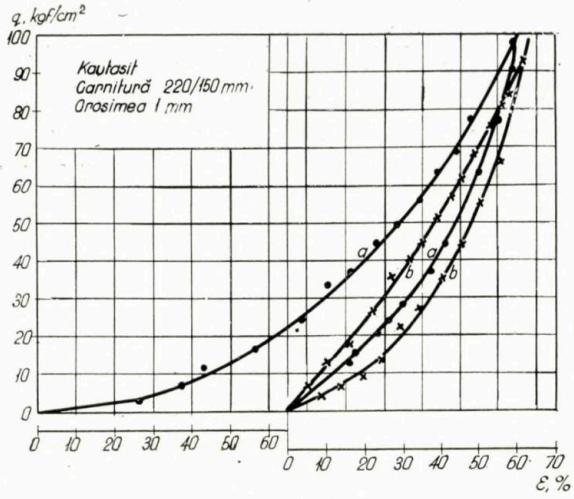


Fig. 13 *a*.

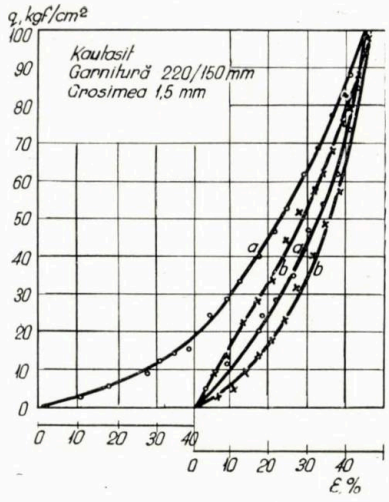


Fig. 13 *b*.

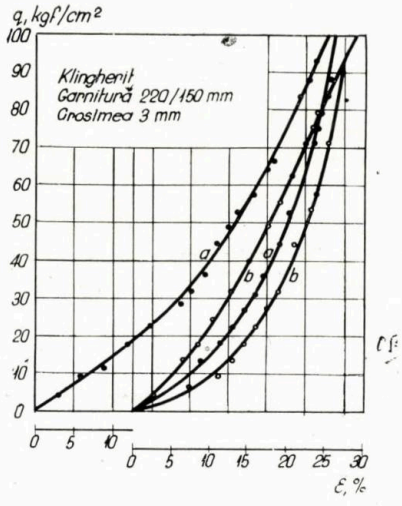


Fig. 14 *a*.

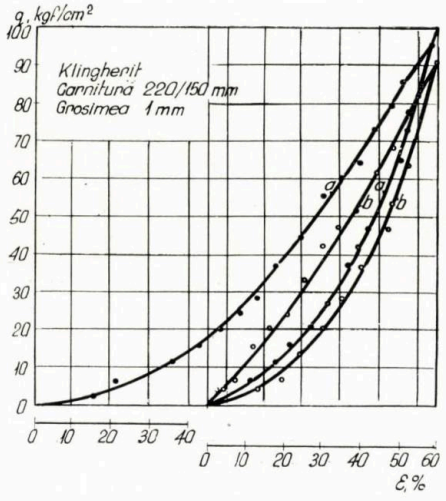


Fig. 14 *b*.

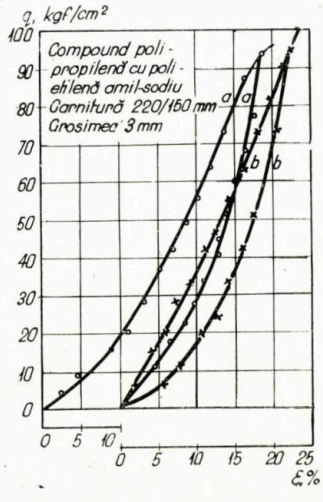


Fig. 15 *a*.

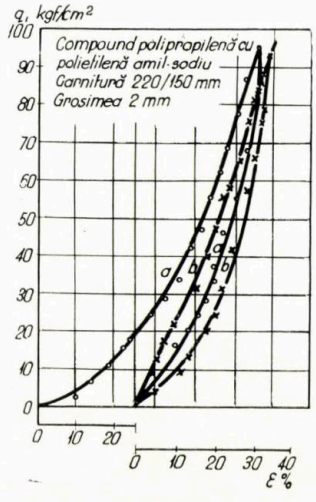


Fig. 15 *b*.

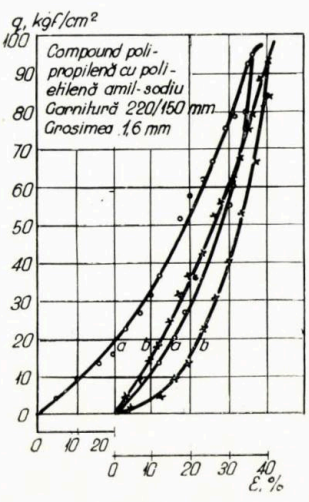


Fig. 15 *c*.

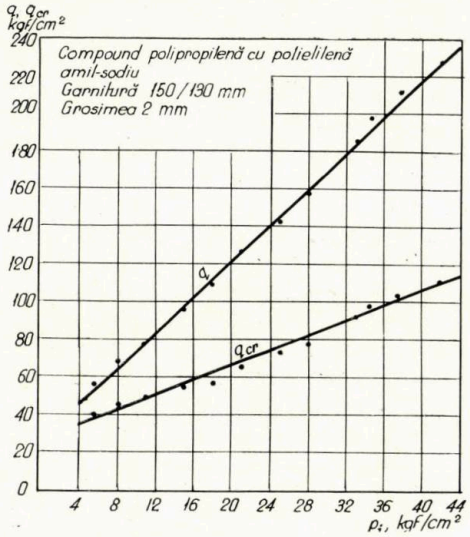


Fig. 16 *a*.

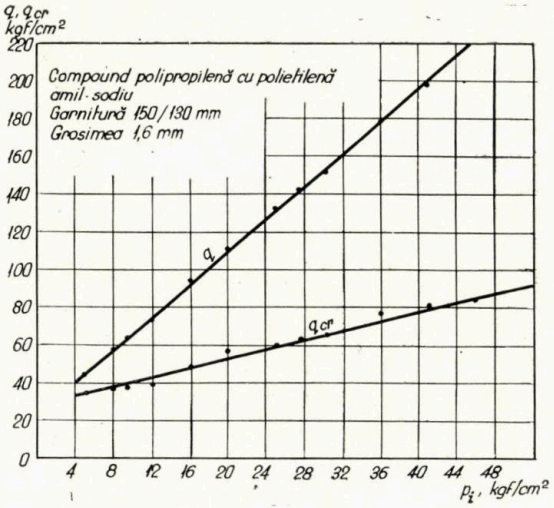


Fig. 16 *b*.

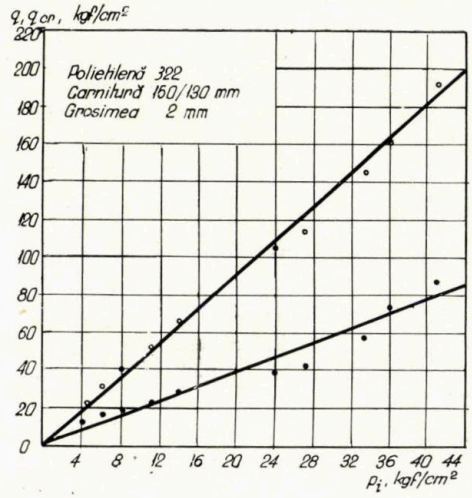


Fig. 17 *a*.

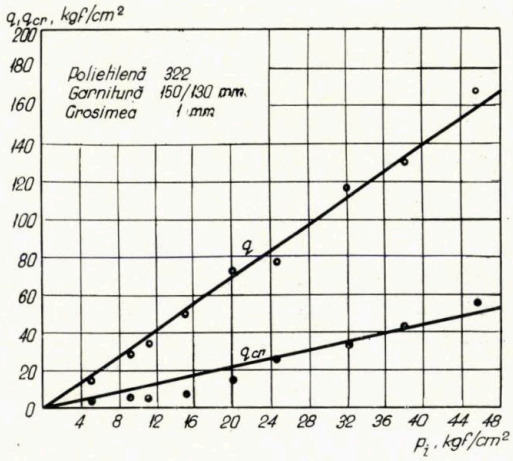


Fig. 17 *b*.

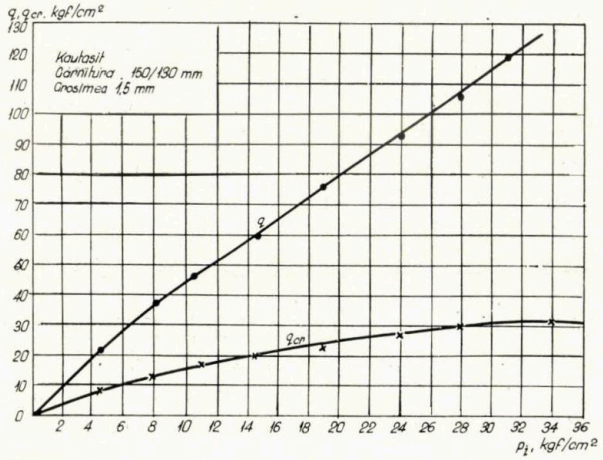


Fig. 18.

5. Interpretarea rezultatelor și concluzii

1. Din experiențele efectuate, ca și din datele cunoscute din literatură, rezultă că la același material, curba de compresiune a primei încărcări diferă mult de curbele de compresiune obținute la încărcări ulterioare. În toate diagramele construite, s-a notat curba primei încărcări-descărcări cu *a*.

2. Deși unii autori apreciază ca fiind liniare curbele de descărcare, se constată că pentru materialele experimentate această schematizare nu poate fi adoptată decît pe intervalul primelor trepte de descărcare.

3. Pentru garniturile din kautasit, klingherit, compound polipropilenă cu polietilenă amil-sodiu (figurile 10, 11, 13, 14, 15) curbele de

compresiune obținute pentru încărcarea a doua, a treia, a patra etc. coincid; de aceea curbele notate cu *b* s-au denumit curbe de compresiune pentru încărcări ulterioare.

4. La garniturile din polietilenă, curbele de compresiune obținute din încărcarea a doua diferă de cele rezultate din încărcarea a treia, a patra etc. În figura 12, sînt redate curbele de compresiune pentru încărcările a doua (notate cu *b*) și a treia (notate cu *c*).

5. Comparînd curbele de compresiune pentru compound polipropilenă cu polietilenă amilsodiu (fig. 11) obținute la garniturile înguste, (utilizate pentru suprafețele de etanșare cu canal și pană), cu cele (fig. 15) obținute pentru același material la garniturile late, utilizate pentru suprafețe de etanșare plane, se vede că nu există deosebiri esențiale și că acest material plastic se comportă foarte bine, în ambele cazuri. Această importantă constatare arată că practica actuală de a confecționa din toate materialele plastice numai garnituri înguste pe considerentul că sub fomră de garnituri late (în care caz deformările în direcție radială sînt neîmpiedicate) comportarea lor este nesatisfăcătoare, nu este justificată. Evident, această concluzie, rezultată numai pe baza unui număr limitat de experiențe proprii, nu trebuie extinsă asupra tuturor materialelor plastice, dar ea prezintă interes practic major și pledează pentru necesitatea studierii comportării fiecărui material în parte.

În plus, pentru ca concluzia semnalată mai sus să poată fi completată și cu alte aspecte noi, trebuie ca instalația de experimentare să permită realizarea acelorași presiuni pe garnitură, atît la garniturile late, cît și la cele înguste. Cu instalația utilizată în realizarea curbelor de compresiune, prezentate în lucrarea de față, acest lucru nu a fost posibil.

Alura acestor curbe de compresiune este asemănătoare cu cea redată în lucrarea [9] pentru materiale sovietice similare.

De asemenea, din examinarea lor se desprinde concluzia că în cazul garniturilor late (de aceeași lățime) scăderea grosimii lor conduce la creșterea comprimării relative (fig. 15), iar pentru garnituri de aceeași grosime, creșterea lățimii provoacă creșterea comprimării relative (fig. 11 și 15).

Această ultimă remarcă trebuie corelată însă cu faptul că la garniturile late, deformațiile în sens radial au fost libere, pe cînd la garniturile înguste, așezate în canale, deformațiile respective au fost împiedicate.

Deformația remanentă relativă după prima încărcare (tasarea relativă) nu depinde, practic, de grosimea și lățimea garniturii.

6. Pentru cele trei sortimente de polietilenă românească, curbele de compresiune au o alură specifică. Din figura 12, se observă că ele prezintă două zone separate prin linia orizontală punctată. Alura generală a curbelor poate fi explicată, astfel: inițial la presiuni mici pe garnitură, forma secțiunii transversale (dreptunghiulară) a garniturii se păstrează, apoi materialul garniturii începe să curgă în spațiul dintre canal și pană (la exterior), capătînd în secțiunea transversală forma de *L*. În momentul în care spațiul s-a umplut (la presiuni pe garnitură cuprinse între 160 și 200 kgf/cm^2), deformația devine împiedicată, starea spațială de tensiune se schimbă, iar alura curbei de compresiune ia forma din zona de deasupra liniei orizontale punctate. Aceste observații conduc la precizarea că cele trei sortimente de polietilenă se pretează numai la confecționarea garniturilor înguste pentru suprafețe de etanșare cu canal și pană. De aceea n-au mai fost încercate garnituri late din aceste materiale.

Experimentîndu-se garnituri înguste cu grosimea de 1 și 2 mm, s-a constatat — la toate cele trei sortimente de polietilenă — că scăderea grosimii duce la creșterea comprimării relative. În figurile 12 *a* și 12 *b* se poate urmări acest fenomen pentru polietilena 121.

Analizînd toate curbele de compresiune din figura 12, se vede că aceste materiale au elasticitate redusă și că la fiecare încărcare-descărcare, ele capătă o deformație remanentă suplimentară. Din acest punct de vedere, comparînd curbele din figurile 12 *a* și 12 *b*, 12 *c* și 12 *d* se constată că polietilena 322 se comportă mai bine decît polietilena 721 și 121. Totuși utilizarea chiar și a celui mai bun sortiment dintre ele trebuie limitată la etanșări de mică responsabilitate.

7. Comparînd curbele de compresiune pentru kautasit (fig. 10), obținute la garnituri înguste pentru suprafețe de etanșare cu canal și pană cu cele din figurile 13 și 14, obținute la garnituri late pentru suprafețe de etanșare plane, se constată că grosimea și lățimea garniturii influențează valoarea comprimării relative. Astfel, încercarea garniturilor de aceași lățime, dar de grosime diferită a evidențiat faptul că, odată cu micșorarea grosimii, comprimarea relativă crește (fig. 13 și 14). Experimentarea garniturilor de aceeași grosime, dar de lățime diferită a condus la concluzia că, odată cu creșterea lățimii, crește și comprimarea relativă.

De asemenea, analizînd curbele se vede că tasarea relativă depinde de grosimea garniturii și are valori apreciabile.

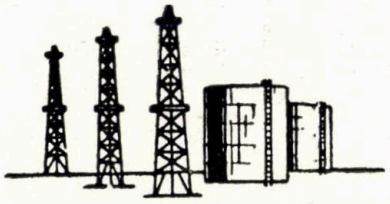
Alura curbelor de compresiune, obținute pentru kautasit și klingherit, nu diferă de cea a curbelor de compresiune pentru garniturile din paronit, redate în lucrarea [9], întrucît toate aceste materiale sînt din aceeași familie a materialelor „*it*".

8. În general, alura curbelor de etanșeitate obținută este liniară (fig. 16 și 17). Figura 18 arată însă că ele pot fi și neliniare, prin urmare și din punctul de vedere al proprietăților de a etanșa, fiecare material de garnitură trebuie studiat separat.

9. Comparînd curbele de etanșeitate din figura 17 *a* cu cele din figura 17 *b*, iar pe cele din figura 16 *a* cu cele din figura 16 *b*, se vede că garniturile de grosime mai mică au o capacitate de etanșare mai mare. Se mai constată, de asemenea, că garniturile din compound polipropilenă cu polietilenă amil-sodiu trebuie strînse inițial pentru aceleași condiții ulterioare de lucru, mai mult decît cele din polietilenă, întrucît compoundul este mai rigid. În figura 16, se poate vedea că, chiar pentru a etanșa presiuni mici cu garnituri din compound polipropilenă cu polietilenă amil-sodiu, valorile presiunii pe garnitură trebuie să fie destul de mari, ceea ce explică și faptul că curbele de etanșeitate nu pornesc chiar din originea axelor de coordonate.

BIBLIOGRAFIE

1. Teodorescu, St. Construcția și calculul mecanic al aparaturii statice din instalațiile de prelucrare a țițeiului și petrochimice. București, Litografiat, 1956.
2. Noviello, C. În: L'Ingegnere, nr. 1, ianuarie 1970, p. 23—29.
3. Buzdugan, Gh. și Bulmenfeld, M. Tensometria electrică rezistivă. Ed. tehnică, București, 1966.
4. Sciupleak, I. A. și Taganov, N. I. În: Vestnik mașinostroienia, nr. 1, 1965, p. 18—23.
5. Karasev, L. P. și Rodnițkaia, L. G. În: Himiceskoe mașinostroenie, nr. 1, 1964, p. 21—28.
6. Scwaigerer, S. Festigkeitsberechnung von Bauelementen des Dampfkessel - Behälter und Rohrleitungsbaues. Berlin-Gottingen Heidelberg, 1961.
7. Vasilcikov, S. A. și Kroškin, M. I. În: Hemiceskoe i nefteanoe mașinostroenie, nr. 5, 1964.
8. Smoley. M. și Frazier, E. C. În: Machine Design, nr. 4, 1964, p. 75—81.
9. Voloșin, A. A. Rasciot flanțevih soedinenii truboprovodov i sosudov. Leningrad, 1959.



CRONICĂ

Expoziţii, congrese, conferinţe

Între 16 şi 20 mai 1972 se va ţine la Centrul de Expoziţii şi Congrese din Amsterdam (RAI) a doua Expoziţie Internaţională de Petrol, simultan cu Congresul pentru Tehnologia Petrolului. În Europa, Africa şi Orientul Mijlociu şi Apropiat ansamblul acestor manifestaţii fiind cunoscute sub denumirea Petrotech 2.

Expoziţia din acest an va fi de cîteva ori mai mare decît cea care a fost făcută la Petrotech (1970), cînd au prezentat produse, echipamente şi servicii 160 de companii din 16 ţări. Ea va ocupa holul central al Centrului de Expoziţii (RAI) din Amsterdam, cu o suprafaţă de aproximativ 15 800 m².

Vor expune întreprinderi din S.U.A., Anglia, Olanda, Belgia, R. F. a Germaniei, R.D.G., Franţa, Italia etc.

Congresul care are loc în acelaşi timp va fi împărţit în două secţiuni.

Secţiunea întîi este organizată în cooperare cu Secţia Olandeză a Societăţii Inginerilor de Petrol (SPE) din Institutul American al Inginerilor de Mine, Metalurgie şi Petrol (AIME), fiind, de altfel, primul congres al acestei instituţii ţinut în Europa.

Se vor prezenta aproximativ 35 de lucrări din următoarele domenii : înmagazinarea subterană, prezicerea comportării zăcămintelor, ingineria forajului şi a producţiei şi activitatea pe mare (offshore). Secţiunea a doua este organizată sub auspiciile Diviziei pentru Tehnologia Petrolului a Institutului Regal al Inginerilor Olandezi (Kivi).

Simpozionul ce se va ţine va fi exact pe prezentarea situaţiei actuale şi dezvoltarea viitoare a proceselor la temperatură/presiune înaltă în rafinăriile de petrol.

Asociaţia Americană de Gaze (AGA) împreună cu Institutul de Tehnologia Gazelor (IGT) organizează între 5—7 iunie 1972 la Atalanta, Georgia, S.U.A. cea de-a doua Conferinţă de Tehnologia şi Cercetarea Gazelor Naturale.

Conferinţa are ca scop constituirea unui for în care să se împărtăşească informaţii ştiinţifice şi tehnice, strîngîndu-se în continuare o literatură despre tehnologia gazelor, sub formă de articole prezentate într-un volum tipărit.

Conferinţa va dura trei zile şi va cuprinde şase secţiuni tehnice axate pe următoarele idei :

I. Cercetări aplicative
II. Conservarea energiei şi tehnologia conversiunii
III. Tehnologia industrială
IV. Tehnologia mediului
V. Cercetarea şi tehnologia fluidelor gazoase naturale
VI. Cercetări asupra securităţii şi a poluării

Cursuri de perfecţionare profesională

Institutul de Tehnologia Gazelor (IGT) din S.U.A. a organizat la Chicago, în clădirile Institutului de Tehnologie din Illinois cursuri de perfecţionare în domeniul gazelor naturale, sub denumirea „Program de educaţie industrială IGT".

IGT este o organizaţie de educaţie şi cercetări în domeniul gazelor susţinută de industria gazelor din Statele Unite, cu sediul la Institutul de Tehnologie Illinois, la care este afiliată, avînd un efectiv de mai mult de 200 de persoane angajate în cercetare şi învăţămînt.

Cursurile au ca scop :

— Să ridice nivelul personalului industrial ocupat cu vînzarea gazelor la acela de consultanţi pricepuţi în aplicarea industrială a gazelor.

— Să dezvolte capacitatea de evaluare în bani, implicaţiile diferitelor alternative a investiţiilor de capital.

— Să poată sfătui conducerea asupra interpretării şi utilizării analizelor de investiţii la luarea deciziilor.

— Să pună la dispoziţie o bază pentru aplicarea legilor pentru combaterea zgomotului.

— Să prepare personal pentru operaile cu gaze industriale lichefiate.

— Să optimizeze înlocuirile prevăzute pentru sistemele mai vechi de distribuţie a gazelor.

Se ţină 14 cursuri diferite care durează — după subiect — între trei şi douăsprezece zile şi costă între 160 şi 500 dolari, pentru o sesiune a unui curs.

Printre cele mai interesante cursuri se remarcă:

1. Economia investiţiilor de capital (două sesiuni), avînd ca scop furnizarea cunoştinţelor moderne de analizare a investiţiilor. Este un curs nu numai pentru ingineri, dar şi pentru contabili.

2. Consultanţi autorizaţi pentru gaze industriale (trei sesiuni). Cele trei faze ale cursurilor sînt :

Faza I. Bazele combustiei, amestecului, arzătoarelor şi controlului combustiei.

Faza a II-a. Aplicaţii şi procedee plus economie inginerească.

Faza a III-a. Noi dezvoltări, marketing, competiţie.

La terminarea celor trei faze se va da o lucrare scrisă în legătură cu materia predată şi dacă comisia de experţi o găseşte corespunzătoare absolventul cursurilor primeşte o diplomă de consultant autorizat pentru gaze industriale.

3. Vînzarea gazelor la industrii.

4. Proiectarea sistemelor de distribuţie pentru ingineri, proiectanţi.

5. Tehnologia operaţiilor de distribuţie pentru ingineri, tehnicieni, controlori şi conducere. Se prezintă operaţiile de distribuţie începînd de la staţia de intrare în oraş pînă la secţia ce deserveşte clientul industrial.

6. Ingineria distribuţiei de gaze, avînd ca scop prezentarea bazei necesare la proiectarea şi economia sistemelor moderne de distribuţia gazelor. Se face un curs scurt şi pentru conducere.

7. Studiul gazelor naturale lichefiate, descriindu-se procedeele şi echipamentul utilizate la lichefiere şi la înmagazinarea gazelor, cu aplicaţii economice. Pornind de la aceste baze se arată felul în care trebuie să se facă prezentarea şi construcţia instalaţiilor, precum şi alegerea echipamentului.

La cursuri iau parte tehnicieni din toate ţările, nu numai din Statele Unite.

NOTE TEHNICE

Explorarea și exploatarea petrolului marin

Lucrările de prospecțiune și explorare pentru petrol și gaze în zonele de coastă ale Oceanului Mondial, pe așa-zisa platformă continentală efectuate în ultimii ani în multe din țările lumii, sînt mărturie a importantelor rezerve petrogazeifere ascunse în subsolul aflat sub masa de apă marină. Producția de petrol extrasă de sub fundul mării crește din an în an. În prezent extracția industrială a petrolului este larg organizată în 28 de țări ale lumii, ea reprezentînd 17% din producția mondială de petrol.

Se consideră că pînă în anul 1980 cota de petrol extras din depozitele submarine va ajunge la 40% din producția mondială și că această producție se va extrage din zona terigenă aflată cel mult la 100 m sub apă. Într-adevăr, în prezent depozitele submarine se deschid acum atît de repede, încît producția petrolului marin devansează prognozele cele mai îndrăznețe. După calculele specialiștilor sovietici, rezervele de petrol din zonele puțin adînci ale mărilor și oceanelor reprezintă 135 miliarde t (pe uscat ele se ridică la 300 miliarde t).

Rezerve de petrol excepțional de mari se află sub golfurile Persic și Mexican, sub laguna Maracaibo din Venezuela și în Alaska sub golful Cook.

S-a calculat, că petrolul ce este posibil de extras de sub fundul golfului Cook reprezintă 75% din totalul petrolului existent din Alaska. În următorii cinci ani firmele de petrol americane intenționează să mărească de cinci ori producția de petrol extrasă din golful Cook. Pînă în prezent aici sînt investite peste 3,5 miliarde dolari pentru exploatările de petrol marine și se crede că se vor investi anual în continuare în această activitate cel puțin cîte un miliard de dolari.

Acum cîțiva ani sute de firme americane au întreprins, fără cruțarea mijloacelor, explorarea intensă a fundului mării golfului Mexic forînd peste 500 de sonde anual. Astăzi ar fi greu de găsit în lume o altă parte a mării tot atît de bine explorată.

Acumulările de petrol în această zonă, sînt legate de domurile de sare. În Florida de Sud petrolul s-a găsit la adîncimea de 4 000 m. Se crede, că formațiunile petrolifere se întind sub mare spre vest de Florida. Indicații de petrol s-au constatat și dincolo de Platforma continentală ceea ce îndreptățește să se creadă că există importante zăcăminte industriale de petrol sub cea mai mare parte a fundului golfului Mexic.

După calculele specialiștilor americani, suprafața totală petroliferă a platformei continentale a Statelor Unite ale Americii este de 45 mil. ha, iar rezervele de petrol se cifrează la peste 14 miliarde t. Pentru dreptul de a explora și exploata petrolul marin, companii petroliere au plătit guvernului federal al S.U.A. circa 2 miliarde dolari.

În golful Persic s-au descoperit în ultimii ani peste 15 zăcăminte marine de petrol.

În lungul țărmului Iranului s-au deschis trei zăcăminte (Bahregan-Sahr, în partea de nord-vest a golfului, Dharius și Sihrius — în cea de sud). După calculele de aici s-ar putea extrage peste 8 miliarde t petrol.

Țărmurile Arabiei Saudite cantonează zăcăminte marine importante (Manifa, Safhani, Hursani). În prezent aici sînt în producție peste 100 de sonde.

Au apărut multe turle noi pe țărmurile spălate de apele golfului Persic și Mării Arabe a mai multor state arabe: Kuwait, Bahrain, Oman, Qatar ș. a. În Kuwait petrolul marin este extras de firma japoneză „Arabic Oil". Ea a forat pe mare peste 60 de sonde și a descoperit două zăcăminte mari de petrol.

Din anul 1964, în largul coastelor Qatar, activează compania „Shell". Ea a descoperit și exploatează cu succes două zăcăminte bogate de petrol Idd-el-Sharghi și Maidan — Mahsame. Primul zăcămînt are strate productive la adîncimile de 1372...2515 m, iar al doilea — la 2134...2136 m.

În șeicatul Abu-Dhabi, companiile „British Petroleum" și „Française de Pétrole" au descoperit și extras mult petrol din zăcămintele Uhmm Shajf, Zackum și El-Brandhuk.

Se crede că există mari zăcăminte de petrol în zona neutră a golfului Persic mărginită cu țărmurile Iranului, Irakului și Kuweitului.

Societatea de stat a Republicii Arabe Egipt în colaborare cu Compania italiană „Ente Nationale Idrocarburi" exploatează zăcămintele marine de petrol de la Belaiim-Marine și Babba-Marine din golful de Suez.

De peste zece ani explorează țărmurile Libiei companiile „Atlantic" și „Phillips". Pînă în prezent au fost forate zeci de sonde, dar încă nu au descoperit acumulări industriale de petrol. Numai în golful Sirta s-a deschis și se exploatează un zăcămînt de gaze. Cîteva firme franceze explorează intens țărmurile Tunisiei.

Începînd cu anul 1965, printre țările exploatatoare de petrol marin se numără și Nigeria. Pe lîngă exploatările de la Okan și Safran în golful Guineei se vor exploata încă trei zăcăminte Mehren, Delta și Main aflate în apropierea cîmpului petrolifer Okan.

În ritm intens se explorează petrolul marin în lungul țărmului de vest al Africii — în Mauritania, Senegal, Dahomei, Camerun și Congo (Brazzaville), Angola. Pe cîmpurile marine ale Cabindei și Congo s-au descoperit în anul 1967 zăcăminte de petrol foarte parafinos și viscos. Exploatarea lor este legată de mari greutăți. Cu toate acestea în Cabinda, de exemplu, producția de petrol a ajuns la 4,5 mil. t. S-au inițiat lucrări de foraj în canalul Mozambic. În viitorul apropiat se proiectează începerea lucrărilor de explorare pentru petrol în largul coastelor insulei Madagascar.

În Asia de Sud-Est o activitate de explorare și exploatare intensă a zăcămintelor marine de petrol se dezvoltă în Indonezia. Se explorează intens în Malaya, Thailanda și Australia. Sînt ascunse mari rezerve de petrol sub apele Oceanului Pacific, în apropiere de Noua Zeelandă. Recent s-au descoperit mari zăcăminte de petrol în mările Japoniei și Chinei de Sud. Compania „Petroleum Exploration" de cîțiva ani exploatează un mic zăcămînt de la Tzuruzaki. Specialiștii consideră că aceste zone vor deveni în deceniul ce urmează, cele mai productive din lume.

O atenție deosebită se acordă coastelor marine în țările Americii Latine. În anul 1970 Brazilia a anunțat că datorită exploatării cu succes a zăcămintelor marine de curînd descoperite a planificat un program vast de explorare a petrolului marin în lungul coastelor Atlanticului de Sud. Nici Peru, Ecuador și Argentina nu intenționează să rămînă în urmă. În lungul coastelor Peru sînt de acum forate peste 100 de sonde, multe din ele fiind productive.

Exploratorii petrolului și gazelor nu au neglijat nici Europa. Acum cîțiva ani s-au descoperit în Marea Nordului importante zăcăminte de gaze naturale. După evaluarea specialiștilor englezi, rezervele de gaze explorate pînă în prezent sub fundul mării, numai în largul coastelor Insulelor Britanice însumează 400 miliarde m^3, iar în total peste 8,5 trilioane m^3. Recent norvegienii au descoperit două zăcăminte mari de petrol marin la o distanță de 150 km de coastă. Mai multe companii au început explorarea pentru petrol a cîmpurilor marine ale Franței — Golful Lyon, precum și ale Italiei — coastele Ravennei și Siciliei.

Sînt motive să se creadă, că sub mările ce scaldă al șaselea continent — Antarctida există petrol.

După calculele geologului sovietic M. Kalinko, suprafața totală aflată sub apă cu posibilități de petrol, este de 40 mil. km^2 (suprafața petroliferă pe uscat însumează 30 mil. km^2). Rezervele totale de petrol sub toate mările și oceanele globului, după calcule, reprezintă aproximativ 1 400 mil. t.

Petrolul în 1971

După datele preliminare, în anul 1971 s-au extras în întreaga lume 2 464 720 mii t ţiţei, respectiv cu 5,6% mai mult decît în anul 1970. Această creştere a producţiei mondiale de petrol este mai redusă decît cea realizată în anul 1970 faţă de anul precedent şi care a fost de 9,4%. Se crede că principala cauză a scăderii ritmului de extracţie rezidă în creşterea mai lentă a consumului de produse petroliere în diferitele ţări din lume.

Trebuie notat că S.U.A., cel mai mare producător de petrol, se prezintă pentru prima oară, după mulţi ani, cu o producţie de 532 mil. t, ceea ce înseamnă cu 0,3% mai puţin faţă de anul precedent. De asemenea, Venezuela cu 184 mil. t extrase trece de pe locul al doilea al producătorilor din lumea capitalistă pe locul trei, Iranul cu producţia de 227 mil. t, reprezentînd o creştere de 19,5% faţă de anul precedent, trece pe locul al doilea. Sporuri importante de producţie înregistrează Iranul — 83 mil. t, cu o creştere de 9,8% şi Abu-Dhabi de 44,5 mil. t, o creştere de 35,7%.

DOCUMENTARE

La răsărit şi la apus de Urali. În : Petroleum Press Service **XXXVIII**, nr. 11, 1971

Caracteristicile geografice ale Uniunii Sovietice sînt unice în felul lor prin dimensiunile importante. Circa trei sferturi din populaţie şi patru cincimi din industrie sînt concentrate în partea occidentală a ţării (inclusiv Uralul şi Caucazul), dar marea întindere a Asiei sovietice conţine o bogăţie de resurse naturale care cuprind cea mai mare parte din resursele de energie cunoscute şi pînă la circa 90% din rezervele generale.

Importanţa pe care guvernul sovietic o acordă dezvoltării acestei regiuni este ilustrată de faptul că peste 500 de institute de cercetare şi planificare studiază diferite aspecte ale unei planificări pe termen lung.

Cea mai mare parte a producţiei de ţiţei din deceniul trecut provenea din regiunea Urali — Volga şi din alte regiuni occidentale dar creşterea producţiei prevăzută pentru actualul plan cincinal — 353 mil. t în anul 1970 şi 480—600 mil. t în anul 1975 — va proveni în principal din creşterea producţiei regiunilor din est, inclusiv aceea a Siberiei occidentale care va creşte de 4 ori ajungînd la 120—125 mil. t. Producţia de ţiţei a Siberiei occidentale va fi consumată fie chiar în această regiune, fie în alte regiuni din est în curs de dezvoltare. Peste 12—15 ani se prevede în Siberia occidentală o producţie de 400—500 mil. t. Se estimează, de asemenea, că există importante resurse neutilizate încă în Asia centrală Sovietică, Siberia orientală şi extremul orient sovietic.

Producţia de gaze naturale a fost pînă în prezent concentrată în special în regiunile occidentale, cu toate că a existat un aport din ce în ce mai mare al Asiei centrale sovietice. Producţia anului 1970, de circa 200 miliarde m^3, cuprinde circa 60 miliarde m^3 proveniţi din Asia centrală sovietică din care trei sferturi au fost consumate în Asia centrală sovietică sau de către centrul Uniunii Sovietice din Europa.

Conform planului cincinal, producţia de gaze naturale a Uniunii Sovietice în anul 1975 va fi de 300—320 miliarde m^3 ; jumătate din creşterea minimă prevăzută, 50 miliarde m^3 va proveni din Siberia occidentală, în special din zăcămîntul de la Medverizhge. Un sfert, 25 miliarde m^3 va proveni din noul zăcămînt de la Orenburg, în sudul Uralului, care pare să aibă rezerve mai importante de gaze naturale chiar decît cele din provincia Groningne, în Olanda, iar cea mai mare parte din vest va fi furnizată fie de Turkestan, fie de regiunile europene de nord.

Producţia pe scară intensivă din aceste rezerve este oarecum frînată de întîrzieri în fabricaţia ţevilor de mare diametru. Ţevi din oţel, de 1220 mm (48") diametru, au fost deja folosite pentru conducta de la Ukhta din nord spre centrul ţării, care va fi în curînd dublată, şi s-a început pozarea unei conducte de 1470 mm (56") din Siberia occidentală la Ukhta. Se prevede că peste trei ani vor putea fi folosite conducte de 2500 mm diametru ceea ce va permite transportul gazelor naturale spre Europa şi vinderea lor la preţuri de concurenţă.

Ultimele descoperiri spectaculare de petrol şi gaze în Siberia au fost utile pentru a justifica deplasarea spre est a explorării în viitor, dar succesele obţinute în est sînt mai puţin frapante dacă se consideră că în această regiune s-a depus un mare efort naţional în ultima vreme ; explorarea în Europa, deşi efectuată la o scară mai redusă, a fost răsplătită cu descoperiri interesante la Orenburg în Bielorusia, în extremul nord şi în alte regiuni şi o descoperire ca cea de la Orenburg are o semnificaţie economică mult mai mare decît succesele similare în Siberia sau chiar în Asia centrală sovietică.

Ţinînd seama de toate acestea, s-a hotărît ca în perioada 1971—1975 explorarea să fie făcută mai ales în regiunile Volga şi nordul Caucazului. Alte părţi ale ţării, în special Turkestanul, Siberia şi Extremul Orient Sovietic nu vor fi în nici un caz neglijate, dar accentul va fi pus pe vest.

Gorbunov, A. T. ş. a. **Determinarea după datele de schelă a funcţiilor permeabilităţilor de fază.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **49**, nr. 12, dec. 1971, p. 32.

În articol se propun două metode pentru determinarea după datele de schelă a funcţiilor permeabilităţilor de fază.

Prima metodă constă în înregistrarea la o sondă de injecţie a cîtorva curbe indicatoare pentru diferite intervale de timp, după care se determină coeficienţii de receptivitate K_1, K_2, K_3 etc. Reprezentînd aceste date în coordonatele 1 $K(t)$ şi ln $Q(t)$ se poate stabili funcţia căutată pentru permeabilităţile de fază. Ea se poate aplica în calculele de analiză şi de proiectare a exploatării prin inundare a zăcămintelor de petrol.

A doua metodă constă în determinarea după datele hărţilor izobare a presiunilor medii pe liniile de injecţie şi de extracţie, precum şi a volumului cumulat de apă injectată, precum şi debitul mediu al fiecărui şir de sonde. Cunoscînd datele de mai sus, cu formula propusă, se poate calcula funcţia permeabilităţilor de fază.

Safin, V. A. **Clasificarea pacherelor.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **49**, nr. 12, dec. 1971, p. 24.

Marea varietate a construcţiei pacherelor, impune o clasificare a lor. Analizînd avantajele şi lipsurile în principiile aplicate în construcţiile de packere se propune clasificarea lor după următoarele criterii : I — modul de degajare ; II — modul de declanşare şi fixare ; III — tipul etanşării şi sensul căderii de presiune suportate ; IV — tipul dispozitivelor de blocare în locul de fixare ; V — numărul şi amplasarea canalelor ; VI — tipul dispozitivelor suplimentare pentru efectuarea operaţiilor tehnologice.

Pentru a uşura comparaţia şi alegerea tipurilor căutate de pachere, s-a stabilit un cod, în care fiecărui criteriu de clasificare îi corespunde o anumită literă sau cifră. S-au adoptat parametrii cei mai importanţi, care trebuie să fie indicaţi în codul stabilit pentru pachere şi anume : valorile minime şi maxime ale diametrului interior al sondei ; valorile maxime ale căderilor de presiune suportate de sus şi de jos ; temperatura maximă de lucru.

Hasaev, A. P. ş. a. **Cu privire la problema reducerii presiunii hidrodinamice exercitată pe pereţii sondei.** În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **51**, nr. 12, dec. 1971, p. 19.

Se examinează posibilitatea reducerii presiunii hidrodinamice exercitată pe pereţii sondei prin tratarea fluidelor de foraj cu doze mici de reactivi chimici.

Rezultatele încercărilor experimentale duc la concluzia că adaosurile de PFLH (polifenoli rezultaţi de la chimizarea lemnului) şi de sulfonol (amestec de săruri de sodiu şi alchilbenzolsulfoacizi) în cantitate de 0,05 şi 0,01% la greutatea fluidului de foraj, reduce în mare măsură pierderile de presiune în sistemul de circulaţie, precum şi presiunea dinamică exercitată pe pereţii sondei la introducerea garniturii de foraj şi pornirea pompei de noroi.

Zabrodin, P. I. ş. a. **Aplicarea metodei injecţiei electrice prin scîntei a trasorului radioactiv pentru cercetarea sondelor de petrol.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **49**, nr. 12, dec. 1971, p. 35.

În articol se prezintă descrierea rezultatelor utilizării metodei injectării prin scîntei electrice a trasorului radioactiv la cercetarea sondelor de petrol. Se descrie construcţia injectorului electric prin scîntei ERI—1 a izotopului radioactiv, se prezintă exemple practice privind utilizarea acestui aparat pentru cercetarea stării tehnice a sondelor şi a proceselor tehnologice de extracţie. Prin aplicarea metodei injectării prin scîntei electrice a trasorului radioactiv, se măreşte mult securitatea muncii în ce priveşte contaminarea radioactivă şi se îmbunătăţesc informaţiile şi exactitatea rezultatelor cercetărilor.

Muhin, L. K. ş. a. **Forajul unei sonde adînci cu utilizarea fluidului de foraj rezistent la temperaturi ridicate preparat pe bază de hidrocarburi.** În : Burenie nr. 12, dec. 1971, p. 14.

Se descrie experienţa utilizării fluidului de foraj pe bază de hidrocarburi (FBV — fluid cu var şi bitum) la săparea unei sonde adînci (ad. finală 4750 m) în condiţii dificile de lucru şi temperaturi ridicate.

Se arată, că utilizarea fluidului pe bază de hidrocarburi în locul celui pe bază de argilă a făcut posibilă săparea sondei fără complicaţii, simplificarea tubajului şi efectuarea normală a lucrărilor de cercetare.

Gagiev, N. A. ş. a. **Cercetarea influenţei apăsării axiale asupra lucrului sapelor la forajul adînc.** În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **51**, nr. 12, dec. 171, p. 20.

În scopul alegerii apăsării axiale optime, la care paralel cu obţinerea unei viteze mecanice relativ ridicate şi a preţului de cost redus pe metru forat să se realizeze şi o avansare maximă pe sapă, s-au efectuat cercetări experimentale la patru sonde forate cu masa în intervalul de 3300—5000 m adîncime asupra lucrului sapelor cu role cu diametrul de 269 şi 190 mm.

Folosind analiza corelativă s-a stabilit că relaţia între avansarea şi apăsarea pe sapă este de tip parabolic.

S-au determinat valorile apăsărilor optime, care să asigure o avansare pe marş maximă pentru sapele experimentate în intervalul de adîncimi de la 3 300 la 5 000 m.

Filidi, G. N. **Carotiera laterală SKO —8—9.** În : Maşini i nefteanoe oborudovanie, nr. 12, dec. 1971, p. 6.

În articol se descrie construcţia carotierei laterale SKO—8—9 cu funcţionare prin frezare.

Dispozitivul serveşte la luarea probelor de teren din pereţii sondelor. Spre deosebire de carotierele-freze existente de tipul SG introduse şi funcţionînd cu cablul KBG—8 şi utilaj special, dispozitivul SKP—8—9 funcţionează cu cablul de serie KTB—6 şi utilajul geofizic obişnuit.

În lucrare se prezintă caracteristicile tehnice şi rezultatele încercărilor în sonde a carotierei laterale SKO—8—9.

Sultanov, B. Z. **Calculul puterii consumate pentru rotirea garniturii de prăjini în cazul forajului sondelor dirijate.** În : Burenie, nr. 12, dec. 1971, p. 5.

Se prezintă analiza teoretică a calculului puterii consumate pentru rotirea garniturii de prăjini în cazul forajului sondelor dirijate. Se analizează consumul de putere pentru învingerea rezistenţelor opuse la mişcarea părţii întinse a garniturii de prăjini în intervalul convenţional vertical al sondei, pentru învingerea rezistenţelor în intervalele deviate şi a rezistenţelor opuse la rotirea părţii comprimate a garniturii. Se prezintă un exemplu de calcul după formulele date.

Aliev, C. N. ş. a. **Utilizarea la pompele de fund a supapelor din aliaje dure.** În : Za tehniceskii progres, **11**, nr. 12, dec. 1971, p. 29.

În vederea prelungirii duratei de funcţionare a pompelor de fund la sondele exploatate prin pompaj de adîncime, care prezintă viituri de nisip s-au încercat supape confecţionate din aliaje dure VK (carbură de wolfram şi cobalt) cu diferite proprietăţi mecanice în ce priveşte coeficienţii de rezistenţă.

Rezultatele încercărilor arată următoarele :

— bilele cu scaunele din aliaje dure VK6 şi VK 15 sînt în medie de 2,25 şi respectiv de 1,8 ori mai rezistente la abraziune decît cele de serie ;

— prin utilizarea pompelor de fund echipate cu supape din aliaje dure se măreşte perioada de funcţionare a sondei între două intervenţii.

* * * : **Gazele naturale în Canada.** În : Petrole Informations, nr. 1210, 1972

În Canada, în cursul anului trecut, gazele naturale au acoperit 23% din nevoile energetice ale ţării şi se prevede o creştere a acestui procent. Preţul gazelor naturale va creşte, dar va rămîne competitiv cu cel al celorlalte hidrocarburi, căci tendinţa de scumpire este generală.

În Canada, noile descoperiri de zăcăminte de gaze naturale cresc cu circa 100 miliarde m^3 pe an, dar ritmul de creştere al nevoilor consumatorilor canadieni este atît de mare încît tot acest gaz va satisface consumul intens.

În consecinţă, dacă Canada doreşte să rămînă o ţară exportatoare de gaze naturale, zonele de prospectare trebuie să fie extinse la golful Hudson, în insulele Arctice, în valea McKenzie, în platforma continentală atlantică şi în Columbia britanică.

Bulgakov, R. T. ş. a. **Particularităţile utilizării soluţiilor apoase de monomeri de acrilamidă pentru reducerea afluxurilor de apă de strat.** În : Neftepromîslovoe delo, nr. 12, dec. 1971, p. 14.

Autorii au elaborat tehnologia pentru izolarea afluxurilor apelor de strat cu ajutorul injectării unor soluţii apoase de monomeri de acrilamidă. Iniţial se face o circulaţie în sondă cu apă mineralizată provenită din strat, apa mineralizată urmînd să servească ca mediu de solidificare pentru monomer. Apoi, prin ţevile de extracţie se pompează un pachet de apă dulce după care urmează soluţia de acrilamidă şi apoi un nou pachet de apă dulce, care este împins cu apă de strat mineralizată.

Rezultatele încercării soluţiilor apoase de acrilamidă cu aplicarea tehnologiei descrise mai sus la un număr de şase sonde care prezentau aflux de apă de strat mineralizată arată că, gradul de inundare a sondei s-a redus în medie cu 56%.

* * * **Centrala termoelectrică cu gaze naturale în R. F. a Germaniei.** În : Pétrole Informations, nr. 1210, 1972

Vereinigte Elektrizitätswerke Westfalen de la Dortmund a terminat montarea în Centrala din Gersteinwerk a patru noi grupuri electrogene de 400 MW fiecare, funcţionînd cu gaze naturale. Darea lor în funcţiune va avea loc eşalonat între 1 octombrie a. c. şi 1 decembrie în anul viitor, mărindu-se astfel puterea furnizată de această centrală de la 434

MW în prezent la 2 000 MW, ceea ce va face ca această centrală să fie cea mai mare centrală electrică din lume funcționînd cu gaze naturale.

Investițiile necesare se ridică la 520 mil. D. M.

Gazele naturale care vor servi drept combustibil pentru furnizarea energiei electrice vor fi aduse din Olanda în cantitate de 4,5 miliarde m^3/an, timp de 20 ani.

* * * **Creșterea indicelui octanic.** În: Petroleum Press Service **XXXVIII**, nr. 11, 1971

În prezent se efectuează cercetări pentru a găsi procedee de tratare care să producă compuși necesari pentru obținerea benzinelor cu un conținut redus de plumb și care să aibă un înalt indice octanic. Astfel de procedee ca, tratamentul catalitic fluid, alchilația și izomerizarea au fost elaborate în special în S.U.A.

De exemplu, societatea Kellogg a pus la punct o tehnologie perfecționată pentru unitățile de cracare catalitică fluidă care dau un randament ridicat de benzine cu indice octanic ridicat fără plumb, ca și olefine C_3 și C_4 pentru alchilație. În locul unui reactor cu canalizare dreaptă, în care cracarea fracțiunilor de petrol are loc în prezența catalizatorilor zeolitici, acest procedeu folosește o canalizare îndoită care reduce înălțimea ansamblului unității. Catalizatorul este izolat de vaporii cracați, apoi coboară printr-un separator într-un nou regenerator cu două faze (în care carbonul este ars în afara catalizatorului înainte de a se întoarce în reactorul unității de cracare). Prin folosirea acestui regenerator se poate micșora conținutul de carbon pe catalizator (0,05—0,10%), reducînd în același timp considerabil necesarul de catalizator față de regeneratorul cu o singură fază.

Fluor Corporation a realizat un program de modernizare a rafinăriilor care va permite o reducere apreciabilă a conținutului de plumb în benzine.

Uzina anexată la rafinăria ARCO de la Los Angeles este o unitate de izomerizare cu o capacitate de 13 500 barile/zi, care transformă *n*-pentanul și *n*-hexanul cu indice octanic scăzut în izoparafine cu indice octanic ridicat. Tehnologia folosită este un procedeu de izomerizare brevetat de B P Trading Limited. Transformarea hidrocarburilor în compuși cu indice octanic ridicat este afectată cu ajutorul unui catalizator pe bază de platină — alumină.

La rafinăriile societății ARCO de la Huston, Chicago și Filadelfia au fost adăugate unități de reformare catalitică care măresc indicele octanic.

B. P. Italiana a dat recent în funcțiune o unitate de izomerizare cu o capacitate de 6 000 barile/zi la rafinăria de la Volpiana, în apropiere de Torino. Acest procedeu este folosit, și la rafinăria de la Donges, în Franța și în Italia, în apropiere de Veneția. Aceste trei unități din Europa au o capacitate totală de 15 000 barile/zi; în prezent se studiază și sînt în curs de construire alte trei unități cu o capacitate totală de 34 000 barile/zi.

Centrul de cercetare Shell, din Emeryville, în California, a pus la punct un procedeu de alchilație a etilenei care reprezintă un mijloc comod de obținere a unui amestec de benzine și izoparafine cu un indice octanic ridicat. Alchilația izobutanului cu materii avînd la bază olefine ca butilena, este unul din procedeele curent folosite pentru a obține produse cu un indice octanic ridicat. Totuși, alchilația după procedeul Shell folosind etilena dă un produs cu indice octanic mai ridicat, deoarece alchilatul de etilenă este bogat în 2,3-dienetilbutan, compus care are un indice octanic de circa 103. În acest procedeu este folosit un catalizator de clorură de aluminiu. O uzină de alchilare cu o capacitate de 5 000 barile/zi, care folosește acest procedeu, a fost dată în funcțiune la rafinăria Shell, de la Norco, în Louisiana.

* * * **Eliminarea sulfului.** În: Petroleum Press Service, **XXXVIII**, nr. 11, 1971

În vederea reducerii poluării atmosferice, Societatea Gulf Research and Development Company a elaborat un procedeu perfecționat de tratare a reziduurilor de rafinărie prin hidrodesulfurare, prin care se poate reduce la 0,3—0,5% conținutul de sulf în păcurile reziduale. Acest procedeu este folosit de doi ani la o rafinărie din Japonia. Conceput pentru a produce 1% păcură sulfuroasă grea din 4% reziduu sulfuros atmosferic de Kuweit, s-a menținut în limitele prevăzute. Pe de altă parte studiile acestei performanțe, precum și îmbunătățirile aduse catalizei tratării și engineering-ului au condus la o reducere importantă a sulfului într-o uzină pilot.

Folosind reziduuri provenite din țiței din Kuweit (redus 53%) cu un conținut de sulf de 3,8% și un punct de fierbere de peste 650°F, Gulf Research a recuperat 99,1% din volum sub formă de combustibil fără nafta cu un conținut de 0,5% sulf. Păcuri cu un conținut de 0,3% sulf au fost fabricate în uzina pilot.

Se menționează că costul catalizelor este foarte redus.

Schell a anunțat construirea unei uzine pentru desulfurare la scară redusă, a păcurilor reziduale la rafinăria de la Koppartrans, în apropiere de Gothenburg, în Suedia. Experiența dobîndită prin exploatarea acestei unități, bazată de asemenea pe desulfurarea catalitică și directă a petrolului rezidual, va determina tehnologia și engineering-ul optime pentru construirea unor mari uzine similare. Aceste măsuri, pentru a folosi o metodă eficientă de desulfurare a păcurilor, sînt necesare deoarece rezervele mondiale de țiței cu conținut redus de sulf sînt limitate. De peste 10 ani se folosește desulfurarea benzinelor și a distilatelor medii prin hidrotratare catalitică. Desulfurarea păcurilor este mai dificilă, dar cu atît mai necesară cu cît în multe state s-au decretat limitări ale conținutului de sulf la 1%, iar păcurile conțin în general 3% sulf.

* * * **Noi conducte de transport al petrolului în Iugoslavia** În: Petroleum Press Service **XXXVIII**, nr. 11, 1971

În Iugoslavia se discută din nou construirea unei conducte separate de transport a țițeiului, de la Adriatica la rafinăriile de la Bozarski Brod și Pancevo. Conform studiului efectuat de I.M.E.B. se va poza o conductă de 550 km lungime. Porțiunea principală a acestei conducte va intra în funcțiune la sfîrșitul anului 1974, cu o capacitate inițială de 6 mil. t/an, care va crește ulterior la 31 mil. t/an.

INA din Zagreb, cea mai mare întreprindere petrolieră a Iugoslaviei a declarat că va începe construirea conductei care va lega Golful Rijeka cu rafinăria de la Sisak. Această conductă urmează să intre în funcțiune în anul 1975.

Pentru prelungirea acestei conducte în Ungaria și Cehoslovacia a intervenit un acord, aceste țări urmînd să primească încă 5 mil. t/an țiței din Orientul Mijlociu.

REALIZĂRI DIN INDUSTRIE

REALIZĂRILE PETROLIȘTILOR IN ACȚIUNEA DE AUTOUTILARE

Dezvoltarea capacităților de producție prin mijloace și forțe proprii — cerință importantă în activitatea tuturor întreprinderilor — îi preocupă insistent și pe petroliști. În cadrul Grupului industrial pentru foraj-extracția țițeiului — Ploiești, s-au realizat în 1971, de exemplu, piese de schimb prin autoutilare în valoare de peste 2 mil. lei. Valoarea pieselor de schimb, confecționate numai în cadrul schelelor Boldești, Băicoi și Cîmpina este de aproape un milion de lei.

Prin autoutilare, în schelele grupului s-au realizat anul trecut deparafinatoare electrice, capete de injecție, filtre, packere etc.

Pentru anul 1972, în cadrul Grupului industrial foraj-extracție țiței — Ploiești, a fost întocmit un plan mobilizator de activitate în acțiunea de autoutilare, atît pentru activitatea de foraj, cît și pentru cea de extracție, ceea ce garantează dezvoltarea și continuitatea preocupărilor pentru dezvoltarea capacităților de producție prin mijloace și forțe proprii.

CÎMP LARG CERCETĂRII ȘTIINȚIFICE ÎN INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ȚIȚEI ȘI GAZE

Legea pentru adoptarea planului cincinal de dezvoltare economico-socială stabilește cercetării științifice sarcini de o deosebită importanță, care urmează să fie realizate și în industria extractivă de țiței și gaze.

Specialiștii Grupului industrial de foraj-extracție țiței — Moinești urmăresc obținerea unor factori de recuperare măriți; procesele de injecție de apă în zăcămînt sînt aplicate în continuare. Totodată cu sprijinul Institutului de cercetări din Cîmpina urmează să se inițieze și alte procedee, cum sînt injecția de apă vîscoasă, injecția de bioxid de carbon etc.

La sondele de la G.I.F.E.T. Moinești se aplică pe scară largă metoda de sporire a productivității sondelor. De pe urma operațiilor de fisurare hidraulică, a tratamentelor cu solvenți, a tratamentelor cu soluții acide, tensioactive se obțin, lunar, cantități de țiței echivalente cu producția pe două zile a întregului grup.

Cu ajutorul cercetătorilor se vor îmbunătăți randamentele sondelor cu debite mici. Această necesitate decurge din orientarea planului cincinal spre executarea de lucrări pentru valorificarea eficientă a substanțelor din zăcămintele mai sărace. Efortul activității de cercetare-producție se îndreaptă și spre mărirea productivității sondelor de mare adîncime.

Un alt domeniu în care cercetarea științifică are un cîmp larg de afirmare este îmbunătățirea tehnologiei extracției și a tratării țițeiului. În extracția prin pompaj, de exemplu, se urmărește creșterea duratei de funcționare a echipamentului de fund și asigurarea funcționării acestuia în condiții grele. Cercetările în acest domeniu urmăresc printre altele reducerea numărului de ruperi ale prăjinilor de pompare. Se prevede totodată experimentarea unor pompe de construcții îmbunătățite.

Cercetarea urmărește, totodată, elaborarea unor filtre îmbunătățite care să împiedice pătrunderea nisipului în pompă sau echipamentul de pompare.

În ceea ce privește tratarea țițeiului, aceasta se face în prezent în condiții bune, permițînd livrarea de țiței de calitate corespunzătoare. Se urmărește îmbunătățirea tehnologiei în acest domeniu prin înlocuirea dezemulsionanților utilizați în prezent, în scopul reducerii cheltuielilor de tratare.

Dacă la toate acestea se adaugă problemele privind perfecționarea tehnologiei forajului și cele referitoare la lucrările privind descoperirea rezervelor de hidrocarburi prevăzute, precum și proiectele și studiile de exploatare a zăcămintelor, se poate afirma că cercetarea are un larg cîmp de activitate în industria extractivă de țiței și gaze din Moldova.

OBIECTIVE PRINCIPALE ÎN EXPLOATAREA HIDROCARBURILOR ÎN 1972

Planul producției industriale globale pe anul 1971 în unitățile Ministerului Minelor, Petrolului și Geologiei a fost realizat mai devreme, obținîndu-se peste plan aproape 85 000 t țiței și 440 mil. m^3 gaze naturale. Pentru 1972 este prevăzut să se extragă 14,1 mil. t țiței și 22,2 miliarde m^3 gaz metan.

Fondurile alocate prin Planul de stat pe anul 1972 activității geologice se ridică la aproape 3,2 miliarde lei, fiind de executat un volum important de prospecțiuni și foraje. Atenția geologilor se concentrează spre cercetările menite să asigure noi rezerve de hidrocarburi în formațiunile sedimentare de la adîncime. Vor fi extinse, de asemenea, cercetările destinate creării de rezerve într-o perspectivă mai îndelungată.

În 1972 se prevede ca productivitatea muncii în acest domeniu să crească cu 5,3 la sută față de 1971, pe această cale urmînd să se obțină circa 94% din sporul producției globale industriale. În acest scop, principala atenție va fi acordată ridicării nivelului tehnic al producției, promovării largi a metodelor moderne de lucru. Astfel, în acest an, se vor extinde forajul cu jet, procesele de injecție la extracția țițeiului și alte metode cu randament economic ridicat.

NOI INSTALAȚII PENTRU FORAJUL DE MARE ADÎNCIME

În anul 1971 Centrala industrială de utilaj petrolier a asimilat și a introdus în producția curentă, șase noi tipuri de instalații pentru foraj, intervenție, prospecțiuni geologice și extracție, 15 tipodimensiuni de sape pentru foraj, corespunzătoare tuturor structurilor geologice, 30 de tipodimensiuni armături industriale din oțel și fontă și alte agregate necesare forajului de mare adîncime.

Planul anului 1972 al unităților centralei prevede asimilarea, pe bază de concepții proprii, a încă 120 de produse noi, precum și introducerea în fabricația de serie a celor omologate în anul precedent. Între acestea din urmă se numără o instalație de foraj și intervenție folosită la forarea sondelor pînă la 2 000 m adîncime și la efectuarea intervențiilor. Dubla ei utilizare, precum și gradul înalt de tehnicitate o fac apreciată atît în țară, cît și peste hotare. Uzina „1 Mai" — Ploiești, care a realizat prima instalație de acest gen din țară, a și început fabricarea reperelor de bază ale noului produs.

O preocupare susținută în diversificarea produselor noi manifestă colectivele de muncă de la uzinele din Tîrgoviște, Bacău și Cîmpina. Acestea produc astăzi cu 40 de produse mai mult decît anul trecut și continuă să-și organizeze fluxurile tehnologice.

ECHIPELE DE FORAJ GENERALIZEAZĂ EXPERIENȚA POZITIVĂ

Petroliștii Întreprinderii de foraj București au reușit să sporească viteza de foraj, să reducă consumurile specifice și să scurteze durata de la fazele montaj-transport. Ca urmare, rezultatele sînt pozitive. Față de metrajul programat la foraj, indicatorii de plan au fost depășiți în medie cu 20%.

Atenția petroliștilor se îndreaptă spre generalizarea experienței pozitive acumulate pînă în prezent. Astfel, urmează să se extindă forajul cu jet, cu sape cu maxi jet, pentru ca în același timp să se aplice cu mai multă eficiență metoda „drumul critic" în lucrările de montaj al instalațiilor.

100 000 t BENZINE PESTE PLAN

Colectivele rafinăriilor aparţinînd Centralei industriale de prelucrare a ţiţeiului — Ploieşti, depune eforturi susţinute pentru realizarea şi depăşirea sarcinilor de producţie. Astfel, valorificînd la maximum fiecare tonă de ţiţei, rafinăriile au reuşit să dea peste planul anului 1971 mai bine de 100 000 t benzine, motorine, uleiuri şi alte produse în valoare de 50 mil. lei.

Şi în timpul care s-a scurs din anul 1972, planul producţiei unităţilor centralei a fost depăşit. Totodată, continuă acţiunea de dezvoltare a rafinăriilor. Astfel, în 1972, rafinăria „Crişana" îşi va spori capacitatea de prelucrare a ţiţeiului cu 30%, ceea ce va contribui la creşterea numărului de sortimente şi produse.

„P—80" O NOUĂ INSTALAŢIE PETROLIERĂ ROMÂNEASCĂ

La uzinele „1 Mai" din Ploieşti a fost realizată o nouă instalaţie petrolieră — „P—80". Utilajul, deosebit de complex, este conceput pentru a executa circa 10 operaţii diverse pentru intervenţii, reparaţii şi punere în producţie a sondelor cu adîncimi pînă la 6 500 m, iar cu un echipament special, el poate efectua şi forări de sonde pînă la 2000 m. Instalaţia prezintă o serie de caracteristici superioare produselor similare: condiţii de manipulare uşoară, este mobilă, are turla rabatabilă şi este dotată cu transmisii hidrostatice.

REZULTATE REMARCABILE PRIN APLICAREA METODEI „DRUMULUI CRITIC"

Întreprinderea de foraj — Ploieşti este prima unitate de foraj din ţară, care a aplicat metoda „Drumului critic" în operaţiile specifice montajului, transportului şi demontării instalaţiilor. Rezultatele au fost remarcabile. Astfel, la efectuarea operaţiilor de demontat-transport-montaj ale unei instalaţii de foraj 2 DH, după graficile reţea ale „Drumului critic" s-a înregistrat o economie de timp de 12 zile, iar timpul destinat aceleiaşi operaţii la instalaţia 4 LD a fost redus cu 23 de zile.

Merită să reţinem, de asemenea, că, prin aplicarea metodei „Drumului critic" la demontarea, transportul şi montarea în alt loc a trei instalaţii tip 4 LD, petroliştii din întreprindere au obţinut o economie de manoperă de 174 000 lei, iar la şase instalaţii 2 DH cuprinse în studiul de aplicare a metodei drumului critic, economia de manoperă a fost de 289 000 lei.

INFORMAŢII TEHNICO-ECONOMICE

În U.R.S.S. se prevede că Ucraina va produce în anul 1975, 17 500 000 t ţiţei şi 62 miliarde m³ gaze naturale. Pînă atunci se vor construi 4 000 km de noi conducte pentru transportul gazelor naturale şi 3 000 km de noi conducte pentru transportul petrolului.

În Canada, societatea Synerude Canada a obţinut autorizaţia comitetului de conservare a resurselor energetice din Alberta pentru a construi o uzină cu o capacitate mărită faţă de cea prevăzută (125 000 barile/zi în loc de 80 000) pentru a trata şisturile bituminoase din Athabasca.

În Arabia Saudită a fost descoperită o importantă structură petroliferă, comparabilă cu cea de la Gawar, cel mai mare zăcămînt din lume.

Puţul Mazalij 1 a debitat în abundenţă petrol de 32—33°API. Mai multe structuri sînt impregnate cu petrol şi altele vor fi descoperite pe măsura continuării forajului. Acest puţ se află situat la circa 150 km sud-sud-est de Ryad.

În S.U.A., Societăţile petroliere vor cere Comisiei Federale a Comerţului autorizaţia de a mări în viitorii 15 ani preţul ţiţeiului de la 3,28 dolari barilul cît este în prezent la 6,59 dolari barilul.

Producătorii de gaze naturale cer — la rîndul lor — să se abroge atribuţiile în materie de preţuri ale Comisiei federale a energiei.

După părerea unor geologi de pe coasta Golfului Mexic, mărirea numărului platformelor de foraj petrolier în Golful Mexic constituie cauza principală a măririi dimensiunilor peştilor şi a îmbunătăţirii pescuitului, ca şi a sosirii unor specii noi de peşti în această zonă. În anul 1970, pescuitul a produs 800 000 t peşte faţă de 125 000 t în anul 1957, an care a precedat construirea primei platforme.

Conform părerii acestor geologi, platformele de foraj joacă rolul stîncilor artificiale, protejînd peştii contra curenţilor, a valurilor şi a luminii, fiecare platformă fiind un refugiu pentru mulţi peşti. De asemenea, au fost pescuite noi specii ca şi tonul care nu mai apăruseră niciodată pe coasta Louisianei. Aceste rezultate diferă de condiţiile oferite în largul Noii Anglii în care pescuitul este net în declin. În aceste regiuni forajele petroliere sînt interzise.

În Franţa a fost dată în funcţiune anul trecut conducta de transport al petrolului, de 24" diametru între Fos şi Lyon, cu o capacitate de transport de 8 000 000 t/an; la începutul acestui an a fost dată în funcţiune şi porţiunea situată între Fos şi Feyzin din conducta de 42" diametru care va ajunge în regiunea Strasbourg, la sfîrşitul acestui an, cînd capacitatea conductei Sud-Europene va fi de 90 000 000 t/an.

În Franţa, capacitatea rafinăriei de la Frontignan a Societăţii Mobil va creşte pînă în anul viitor de la 4 500 000 la 6 000 000 t/an. Totodată vor fi modernizate instalaţiile de evacuare a produselor finite pînă în portul Sète ca şi instalaţiile de încărcare din port.

De asemenea, se va extinde şi parcul de stocare prin construirea a două noi rezervoare cu o capacitate de 90 000 m³.

În Indonezia capacitatea rafinăriei de la Singapore va fi mărită de la 1 000 000 la 10 000 000 t/an. Lucrările de extindere, pentru care Societatea Mitsubishi va finanţa a treia parte din investiţii pentru care va primi petrol din Orientul Mijlociu, cu un conţinut de sulf de 0,5—0,3%, vor fi terminate în cursul anului 1975.

În Franţa capacitatea de stocare a produselor finite din portul Fos sur Mer va fi mărită de la 350 000 la 450 000 m³; noile instalaţii vor fi date în folosinţă la sfîrşitul acestui an. Această mărire a capacităţii este justificată de creşterea activităţii de stocare în această regiune.

În Marea Britanie, rafinăria societăţii Mobil de la Coryton (Essex) va fi renovată. Lucrările, care vor costa 13 500 000 lire sterline, vor fi gata la sfîrşitul anului viitor. Capacitatea rafinăriei va fi mărită la 9 000 000 t/an.

Se va mări capacitatea unităţii nr. 3 de distilare de la 5 500 000 la 7 500 000 t/an, se vor construi două unităţi de reformare cu o capacitate de 500 000 şi 1 250 000 t/an, o unitate catalitică de hidrodesulfurare cu o capacitate de 2 000 000

t/an petrol lampant sau 1 650 000 t/an motorină, 450 000 t/an. Extensiunea prevede, de asemenea, construirea a șase noi rezervoare.

În Australia, grupul Burmah-Woodside a descoperit un al treilea zăcămînt de gaze naturale în regiunea Rankin, în largul coastelor de nord-vest ale Australiei.

În Canada, Ashland Oil a descoperit regiuni importante de petrol în regiunea Grande Forks, în Alberta. Estimările provizorii le cifrează la 100 mil. barile.

În S.U.A. se construiește la Lynn (Massachussets) o unitate de producere a gazelor naturale lichefiate cu o capacitate de 78,5 mil. m³/an folosind un sistem de lichefiere multicomponsant refrigerent după licența Societății Air Products. Acest procedeu folosește un amestec refrigerent de azot, metan, etan și propan și un singur compresor.

Vaporizarea gazelor naturale lichefiate va fi de 864 mil. m³/an prin trei unități de gazeificare. Proiectul cuprinde și un depozit de 46 000 m³. Lucrările vor fi gata anul acesta.

În S.U.A., Gulf Oil va construi o unitate de alkilație la rafinăria sa de la Filadelfia pentru producerea benzinei cu indice octanic ridicat și un conținut redus de plumb, cu o capacitate de 750 000 t/an. Această unitate va înlocui pe cea existentă în rafinărie.

În Australia s-a dat în funcțiune conducta de transport a gazelor de 410 km lungime între Dongara și Perth, a cărei construcție a costat 24 500 000 dolari. Prin această conductă gazele din zăcămîntul Dongara vor fi aduse la Perth (800 mil. m³/an pentru centrele electrice și 600 mil. m³/an pentru consumatorii particulari).

În S.U.A., American Oil Co a pus în funcțiune în rafinăria sa de la Whitong (Indiana) o unitate de recuperare a sulfului. Lucrarea face parte dintr-un plan de investiții de 24 000 000 dolari pentru combaterea poluării în această rafinărie, a doua ca importanță în S.U.A.

În U.R.S.S. se găsesc în prezent 15 depozite subterane de gaze naturale, cu o capacitate globală de circa 14 miliarde m³.

În U.R.S.S. s-a descoperit un nou zăcămînt de gaze naturale în regiunea Tiumen în Siberia (al cincisprezecelea descoperit anul trecut în această zonă) și un altul la 60 km distanță în apropiere de Samotlov.

În Marea Britanie s-au terminat lucrările celei mai lungi conducte de transport al gazelor naturale din Marea Nordului, de 86 mile lungime, care leagă zăcămîntul Viking cu o stație terminală în construcție la Theddlethorpe în Lincolnshire. Conducta, de 28" diametru, va intra în funcțiune la sfîrșitul acestui an. Zăcămîntul Viking va produce în medie 550 mil. picioare cubice/zi, dar poate produce pînă la 900 mil. picioare cubice/zi.

În Olanda, s-au găsit indicii unui strat rezervor mai adînc sub Rotliegendes, la 3 000 m adîncime. În prezent se fixează un puț la Tjuchern, la 6 000 m adîncime.

Noul zăcămînt de la Leeuwarden produce în prezent 40 000 m³ gaze naturale pe oră. Se va dezvolta zăcămîntul de gaze de la Waddenzee, între Vlieland și Frize.

La Roma a fost încheiat un important acord de colaborare tehnico-științific între U.R.S.S. și Italia. Protocolul prevede o importantă cooperare în ceea ce privește aprofundarea problemelor tehnico-științifice relative la metodele de căutare a gazelor naturale, la realizarea conductelor de transport al gazelor naturale de mare diametru, la optimizarea rețelelor de distribuție a metanului și la construirea instalațiilor de tratare a gazelor naturale.

Acordul, încheiat pentru o durată de 5 ani, prevede, de asemenea, crearea unui grup de lucru sovieto-italian, schimbul de specialiști, organizarea de conferințe, precum și publicarea lucrărilor de înalt nivel tehnico-științific, fie în U.R.S.S., fie în Italia.

În Marea Britanie, la rafinăria de la Milford — Haven se instalează rezervoare cu o capacitate globală de 2,4 mil. barile în cadrul unui contract de extindere a rafinăriei în valoare de 1 mil. lire sterline. Dintre cele opt rezervoare, trei sînt cele mai mari construite pînă acum în Marea Britanie (260 picioare diametru și 64 picioare înălțime).

În Republica Federală a Germaniei, s-a discutat cu reprezentanții principalilor distribuitori de petrol în ceea ce privește construirea unei rafinării locale care va fi aprovizionată cu petrol importat din U.R.S.S. prin conducte.

La rafinăria Shell de la Ingolstadt în Bavaria se va construi o instalație de distilare cu o capacitate de 5,5 mil. t/an în vederea măririi capacității de rafinare la 8,5 mil. t/an.

Pentru a face față cererii de petrol mereu crescînde este necesar să se mărească capacitatea maximă a conductei de transport al petrolului între Triest și Ingolstadt de 460 km lungime și 40 diametru, pînă în anul 1978.

Extinderea va consta în construirea de noi rezerve și stații de pompare care vor costa 40 mil. dolari și prin care capacitatea de transport a conductei va atinge 54 000 000 t/an.

La Triest sînt construite 13 rezervoare de 50 000 și 80 000 t; în cursul anului trecut s-au mai construit încă 10 de 20 000 t și o stație de pompare, iar în cursul acestui an se vor mai instala două stații de pompare în Austria și Italia, mărind capacitatea de transport la 29 000 000 t/an.

Lucrările de extindere a rafinăriei de la Amsterdam au fost terminate; capacitatea acestei rafinării a crescut de la 4,5 la 6,5 mil. t/an.

În Columbia britanică se va construi o conductă de transport a gazelor naturale de 340 mile lungime și de 20" diametru care va lega conducta principală a societății Westcoast. Transmission de la Williams Läke în insula Wancouver. Conducta va traversa strîmtoarea Georgia trecînd prin insula Texada și va fi pozată sub apă pe o lungime de 15 mile.

În S.U.A. tendința de diminuare a rezervelor de gaze naturale, care a început în 1968, s-a înrăutățit. Informații preliminare asupra activității de forare în primele 6 luni ale anului trecut au arătat că numărul de puțuri forate este cu 10% mai mic decît cel din 1970, iar cel al puțurilor de explorare a scăzut cu circa 17%.

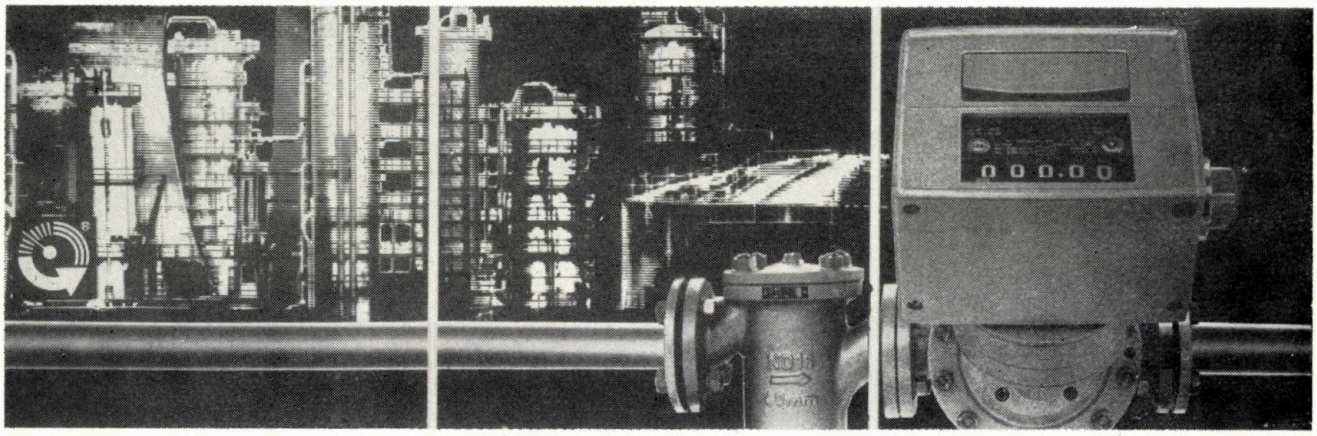
Grupul Gasocean a încheiat cu întreprinderea de comerț exterior Sojuznefteksport un contract prin care se prevede cumpărarea de către Gasocean a 600 000 m³/propan, începînd cu anul viitor, cîte 200 000 m³ anual. Acest propan va fi încărcat în portul Riga și va fi destinat atît Franței, cît și altor țări din Europa occidentală (Republica Federală a Germaniei, Belgia și Olanda).

În Egipt se vor construi două conducte pentru transportul țițeiului și al gazelor naturale din zăcămîntul Abu Gharadig, în deșertul occidental, pînă la stația terminală proiectată pe coasta Mării Mediterane și pînă la complexul metalurgic de la Heluan, la sud de Cairo.

Conform prevederilor oficiale producția de petrol a Albaniei va fi de 2 800 000 t în anul 1975.

În Republica Federală a Germaniei se va construi un depozit subteran în mine desafectate de sare, la circa 20 km de portul Wilhelmshaven. Lucrările vor costa 36 mil. D. M. Capacitatea globală a depozitului va fi de 5 000 000 t.

În Franța, cu prilejul celei de a cincea sesiuni plenare care a avut loc la Paris la sfîrșitul anului trecut, grupul de lucru din sectorul petrol și gaze creat de Comisia mixtă permanentă franco-sovietică a examinat problemele de cooperare în domeniul petrolului, gazelor naturale, rafinăriilor și a producției de utilaje pentru industriile petroliere și a gazelor naturale. S-a stabilit un program de dezvoltare a acestei cooperări pentru acest an și pentru anul viitor, ca și orientările posibile ale cooperării tehnico-științifice și economice pe termen mai îndelungat, zece sau cincisprezece ani.



2000 l/min

este unul din numeroasele componente caracteristice contoarelor noastre cu pistoane profilate.
Sistemul nostru de subansambluri ursaflux, cu unități funcționale variabile, oferă posibilitatea montării unei instalații complete de măsurare a volumului și a debitului, sau a completării instalațiilor deja existente.

Aceste instalații care și-au dovedit eficacitatea în condiții de funcționare pot fi folosite pentru rezolvarea tuturor problemelor de dozare volumetrică, de dozare discontinuă ca și pentru reglajul digital sau analog în dirijarea proceselor.
Pentru industria alimentară oferim instalații de măsurat speciale.

Informații la :
Ambasada R.D.G. în R.S.R.
Secția comercială
Biroul tehnico-comercial al
AHB Elektrotechnik
București, calea Dorobanți 14

VEB
Geräte-und Regler-Werke Teltow
Zentraler-Anlagenbau der BMSR-Technik

Elektrotechnik
EXPORT-IMPORT
VOLKSEIGENER AUSSENHANDELSBETRIEB DER
DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK-
DDR 102 BERLIN-ALEXANDERPLATZ
HAUS DER ELEKTROINDUSTRIE

PREZENTAREA MANUSCRISELOR

Materialele se pot prezenta redacției spre publicare fie sub formă de articole, fie sub formă de scurte comunicări. Nu se primesc spre publicare memorii tehnice sau rapoarte tehnice adresate forurilor superioare.

De asemenea, în revista Petrol și Gaze nu se pot publica lucrări apărute în alte reviste similare din țară sau străinătate. Prin apariția unei lucrări în revista Petrol și Gaze dreptul de autor trece asupra revistei. Ca atare, această lucrare nu mai poate fi trimisă spre publicare integral sau parțial unei alte reviste de specialitate decît cu autorizația Comitetului de redacție al revistei Petrol și Gaze.

Fiecare manuscris trimis spre publicare revistei Petrol și Gaze trebuie să fie însoțit de aprobarea, în scris, pentru publicare, din partea institutului sau întreprinderii în cadrul căreia s-a efectuat lucrarea.

Manuscrisele se vor înainta redacției în două exemplare bătute la mașină la două rînduri (31 rînduri × 65 bătăi = = 2 000 semne pe pagină) pe o singură față a hîrtiei, cu paginile numerotate în continuare. Se vor evita pe cît posibil corecturi de mînă. Volumul textului de articol să nu depășească 10—15 pagini bătute la mașină (fără figuri). Materialele pentru rubrica „Scurte comunicări" să nu depășească două pagini scrise la mașină. Manuscrisele vor cuprinde :

1. Titlul lucrării cît mai precis din care să reiasă exact, concret și complet conținutul lucrării.

2. Prenumele și numele complet al autorilor.

3. Denumirea laboratorului sau a secției din institutul sau întreprinderea în care s-a efectuat lucrarea.

4. Textul lucrării.

4.1. Redactarea lucrării să fie simplă, concisă și limpede ; se vor evita repetări și lungiri inutile cu materiale care nu sînt legate direct de subiect.

4.2. Structura articolului să fie astfel încît partea introductivă de documentare să fie distinctă de partea de contribuție originală. Unde este cazul, această din urmă parte să fie subdivizată în partea experimentală, interpretarea rezultatelor și partea de discuție.

4.2.1. Partea introductivă va cuprinde în mod clar și concis expunerea generală a problemei atacate ; se vor evita considerațiile prea generale sau repetarea unor fapte cunoscute. Ca dimensiune, partea introductivă să reprezinte cel mult a patra parte din volumul total al lucrării.

4.2.2. Partea experimentală va cuprinde expunerea lucrărilor efectuate în modul cel mai clar, simplu și concis posibil. Se recomandă ca rezultatele experimentărilor să fie date sub formă fie de tabele, fie de diagrame, dar nu sub ambele forme.

4.2.3. Interpretarea sau discuția rezultatelor lucrării se va face printr-o expunere purtată la un înalt nivel științific, ținîndu-se seamă de lucrările literaturii de specialitate mondiale din acest domeniu.

4.2.4. Se recomandă ca la sfîrșitul articolului să se introducă, dacă este posibil, concluzii rezumative asupra lucrării prezentate.

4.3. Diagramele, figurile și fotografiile vor fi desemnate „figuri". Ele vor fi numerotate în continuare, cu cifre arabe, indicîndu-se la marginea manuscrisului pentru fiecare figură locul aproximativ unde trebuie să apară în text. Legendele figurilor se vor scrie pe o foaie separată. Referirile la figuri se vor face prin numere, nu cu cuvintele „mai sus" sau „mai jos". Se recomandă ca numărul figurilor să fie cît mai redus posibil.

Figurile se vor desena pe foi separate cît mai clar și explicit, în mărime dublă decît urmează să apară tipărite. Fotografiile se vor preda sub formă de copii pozitive și nu clișee. Pe verso se vor indica titlul articolului și numele autorului.

4.4. Tabelele vor fi numerotate în continuare cu cifre arabe. Fiecare tabelă va avea un titlu explicativ. Dimensiunile tabelelor trebuie să corespundă formatului revistei. Unitățile folosite trebuie specificate explicit. Referirile la tabele se vor face după numere (ca la figuri).

4.5. Formulele care pot fi culese la tipărire vor fi bătute. la mașină în text ; cele care nu se pot culege tipografic și, deci, necesită clișee, trebuie desenate pe foi separate, cît mai clar posibil, indicîndu-se în manuscris locul unde trebuie introdus clișeul respectiv. Referirile din text la formule se pot face prin numere romane scrise între paranteze rotunde.

4.6. Prescurtările și unitățile de măsură se vor nota după STAS-urile în vigoare.

5. Indicațiile bibliografice vor fi numerotate în continuare, în ordinea citării și notate în text prin cifre corespunzătoare, în paranteze pătrate.

5.1. Citarea articolelor de revistă trebuie să cuprindă : numele tuturor autorilor cu inițiala prenumelui (înaintea ultimului autor se va scrie : și), titlul periodicului prescurtat (după ultima ediție de la List of Periodicals Abstracted by Chemical Abstracts), numărul volumului (tomului) în cifre arabe, subliniat, numărul de ordine al numărului periodicului, anul apariției și pagina la care începe precedată de prescurtarea p.

În cazul cînd referința nu a fost citită în original, se va indica după ea și revista de referate care a fost consultată.

5.2. Citarea textelor din cărți sau tratate trebuie să, cuprindă : numele tuturor autorilor cu inițiala prenumelui titlul cărții, numărul ediției în cifre arabe, editura, numărul volumului (tomului) subliniat, localitatea unde a fost editată cartea, anul apariției, pagina (sau paginile) la care se face referirea, precedată de prescurtarea p.

5.3. Citarea patentelor trebuie să cuprindă : autorul sau firma, țara și numărul patentului, data și revista de referate.

1.6. Un rezumat de 10—15 rînduri dactilografiate al conținutului care va reflecta cît mai fidel, într-o formă concisă și clară, scopul și conținutul lucrării, va fi predat pe o foaie separată.

7. Numele, adresa și numărul de telefon al autorului articolului delegat să ducă discuțiile cu redacția și să semneze pentru „bun de tipar" vor fi indicate, de asemenea, pe o foaie separată.

Pentru modificări redacționale esențiale pe manuscrise redacția va cere aprobarea autorilor. Aceștia vor primi în orice caz articolul în formă culeasă pentru corecturi tipografice de „bun de tipar". Corecturile trebuie efectuate după STAS 1032—59 „Corecturi tipografice'. Autorii au dreptul să modifice numai greșeli tipografice sau erori ; nu se va ține seamă de modificări stilistice. Materialul corect trebuie restituit redacției revistei Petrol și Gaze în decurs de cel mult două zile.

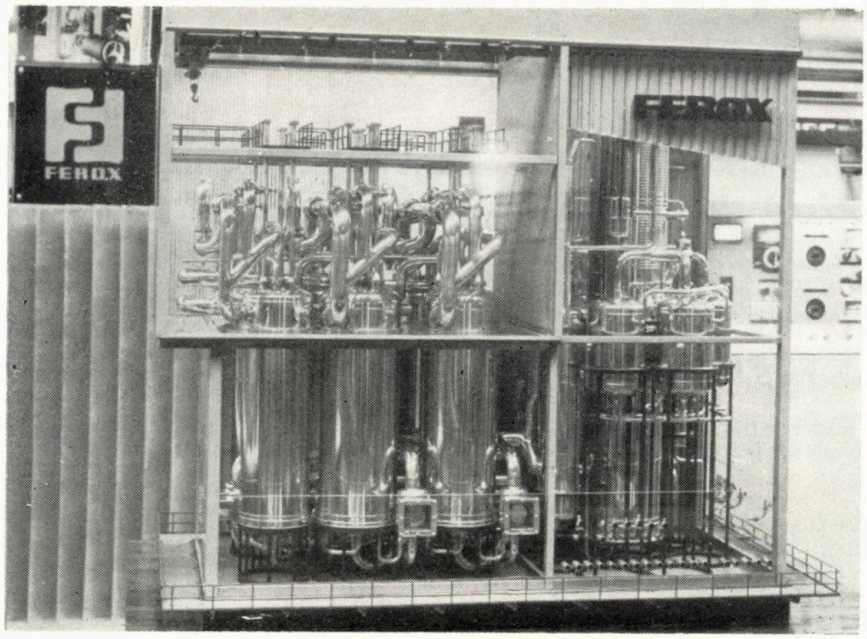
Materialele destinate publicării vor fi trimise pe adresa : Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere, revista Petrol și Gaze, Bd. N. Bălcescu 16, sectorul 1, București.

Revista PETROL și GAZE Redacția : București, Bd. Nicolae Bălcescu nr. 16 Sector 1, telefon 14. 72. 10/141. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament : Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere telefon 14 72 10/176 Bd. Nicolae Bălcescu, 16 cont 640 301-14. Banca Națională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector 1 București. Tarif pertru întreprinderi : lei 160 anual ; tarif pentru abonamente individuale : lei 30 anual. Prețul unui manual lei 8. Taxele poștale plătite în numerar pe anul 1972 conform aprobării D.P.D.P. nr. 10/9416/1971.

Lei 8

I. P. I. c. 1149

14 330



FEROX

Utilaj pentru separarea aerului MODEL N–10 T

Utilajul funcţionează pe principiul separării aerului prin răcire înaintată şi este destinat fabricării oxigenului comercial de calitate pentru industria oţelului. El prezintă următoarele caracteristici tehnice: 10000 Nm^3/oră oxigen cu o puritate de 99,5%; consumul de aer: 5,8 Nm^3/1 Nm^3 de O_2; presiunea aerului 5,0 kgf/cm^2; controlul producţiei se poate efectua între 60—120% din producţia nominală. Elementele constructive originale ale principalelor agregate, precum şi întregul sistem de dispunere a utilajului garantează o stabilitate superioară şi siguranţă în exploatare la un consum specific de energie redus. Conceptul utilajului şi construcţia industrială a acoperirii izolatoare permit instalarea lui în aer liber. Funcţionarea utilajului este automatizată şi necesită o descriere minimă.

Acest utilaj a fost distins cu o medalie de aur la cel de al 13-lea Tîrg Industrial Internaţional ce a avut loc la Brno în 1971.

Vă invităm cordial să ne vizitaţi PAVILIONUL CEHOSLOVAC, SALA B — Expoziţia utilajelor industriale pentru petrol, chimie, materiale plastice şi cauciuc. Bucureşti, 3—12.5.1972

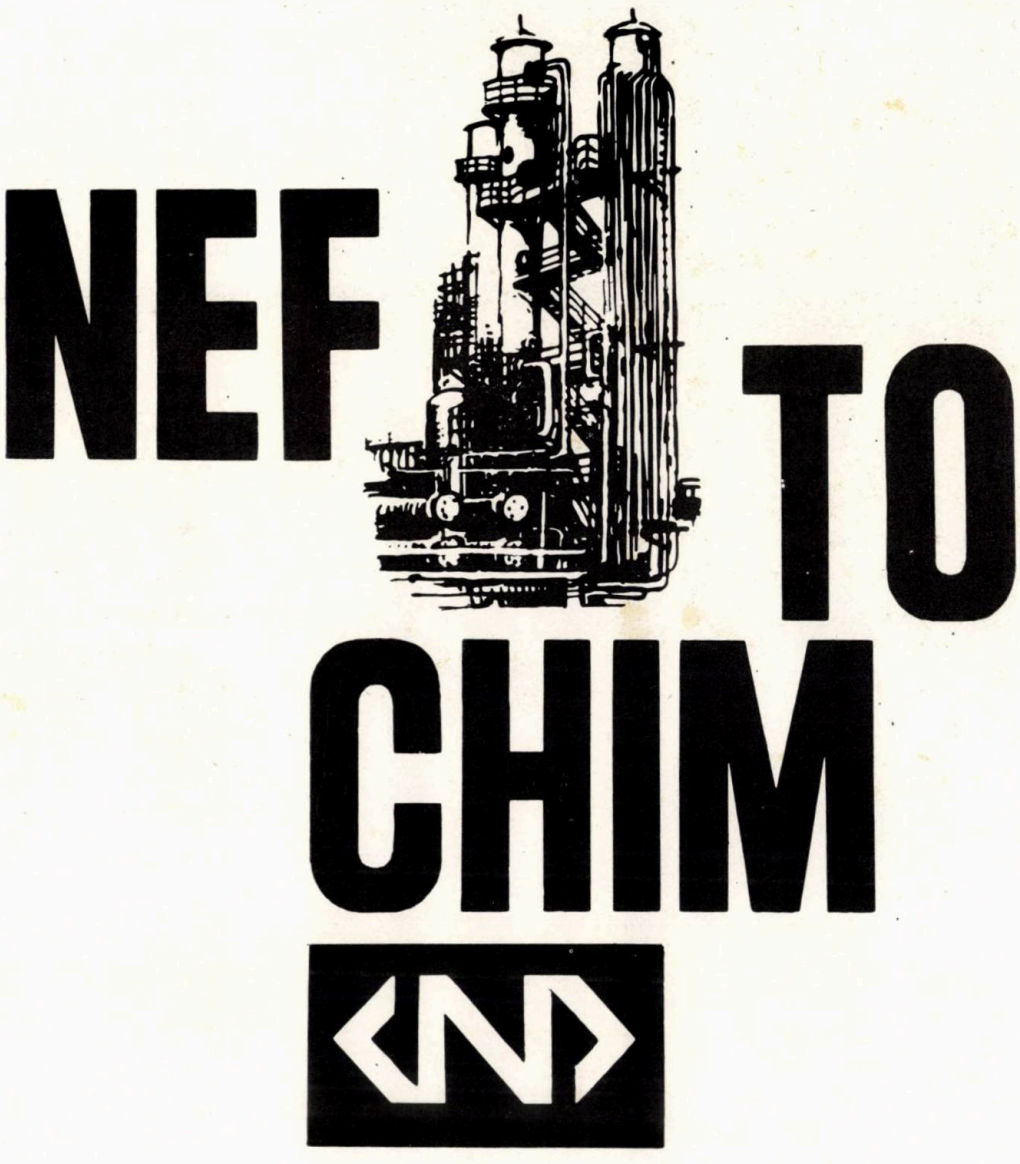
Technoexport

FOREIGN TRADE COMPANY LIMITED
Václavské nám. 56, Praha 1,
CEHOSLOVACIA

ÎNTREPRINDEREA DE COMERȚ EXTERIOR

NEFTOCHIM

Sofia, 11 August. Str. 6 Telefon: 88—09—21/24
Telex: 022461, 022462 Cablu: Petrochim Sofia



IMPORTĂ:

Țiței, combustibil, lubrifianți minerali, adaosuri și materiale, asfalt, parafină, produse chimice și altele.

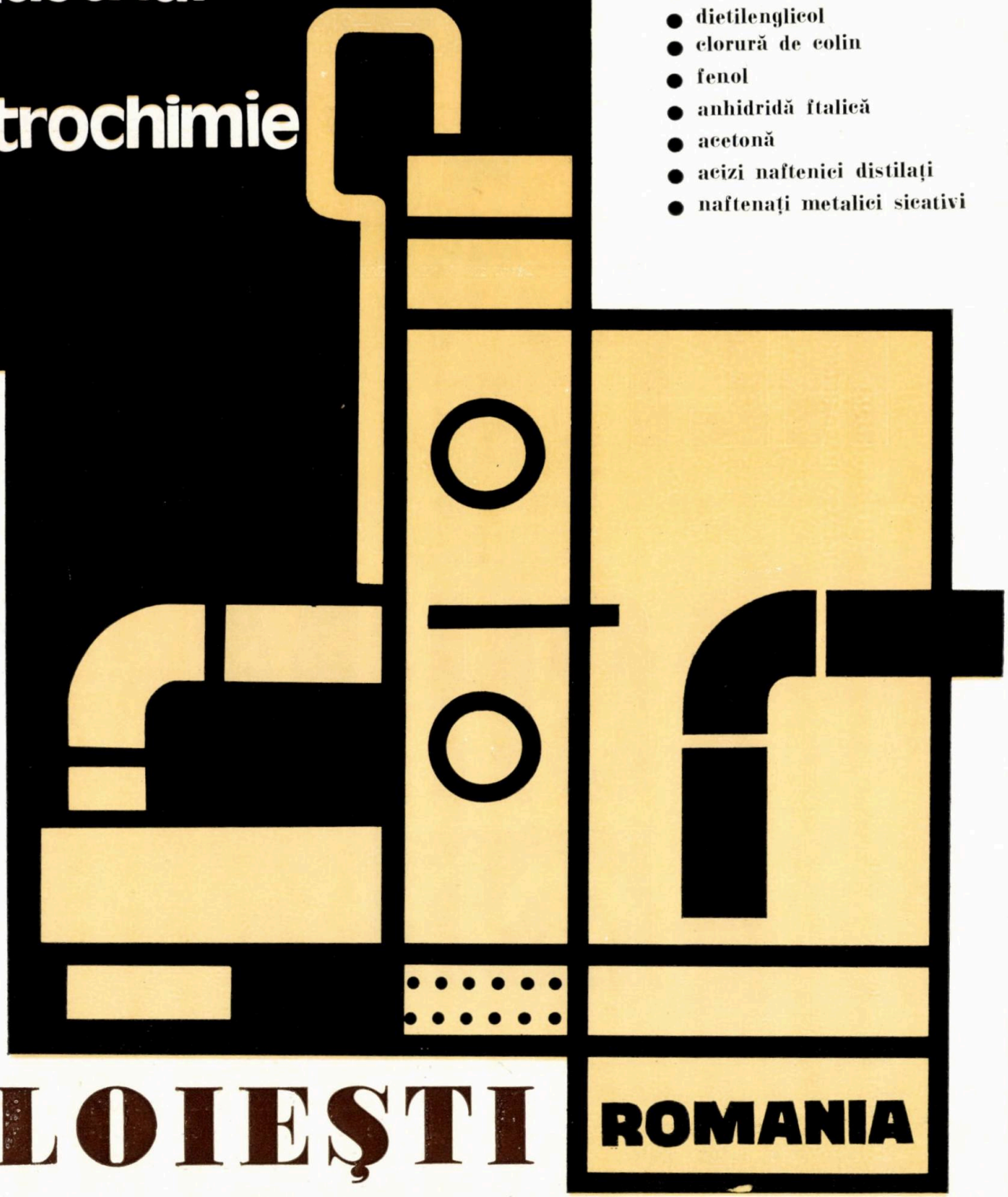
EXPORTĂ:

Produse petrochimice, ca: fenol, toluen, acetonă, sulfură de sodiu, dicloretan, polistiren, acrilo-nitril, poliamine, etilendiamine, polietilenă de joasă presiune și de înaltă presiune, lubrifianți cu dozare diferită, combustibil pentru motoarele Diesel, benzină, păcură și altele.

grupul industrial de petrochimie

PRODUCE:

- propilenă
- monoetilenglicol
- dietilenglicol
- clorură de colin
- fenol
- anhidridă ftalică
- acetonă
- acizi naftenici distilați
- naftenați metalici sicativi

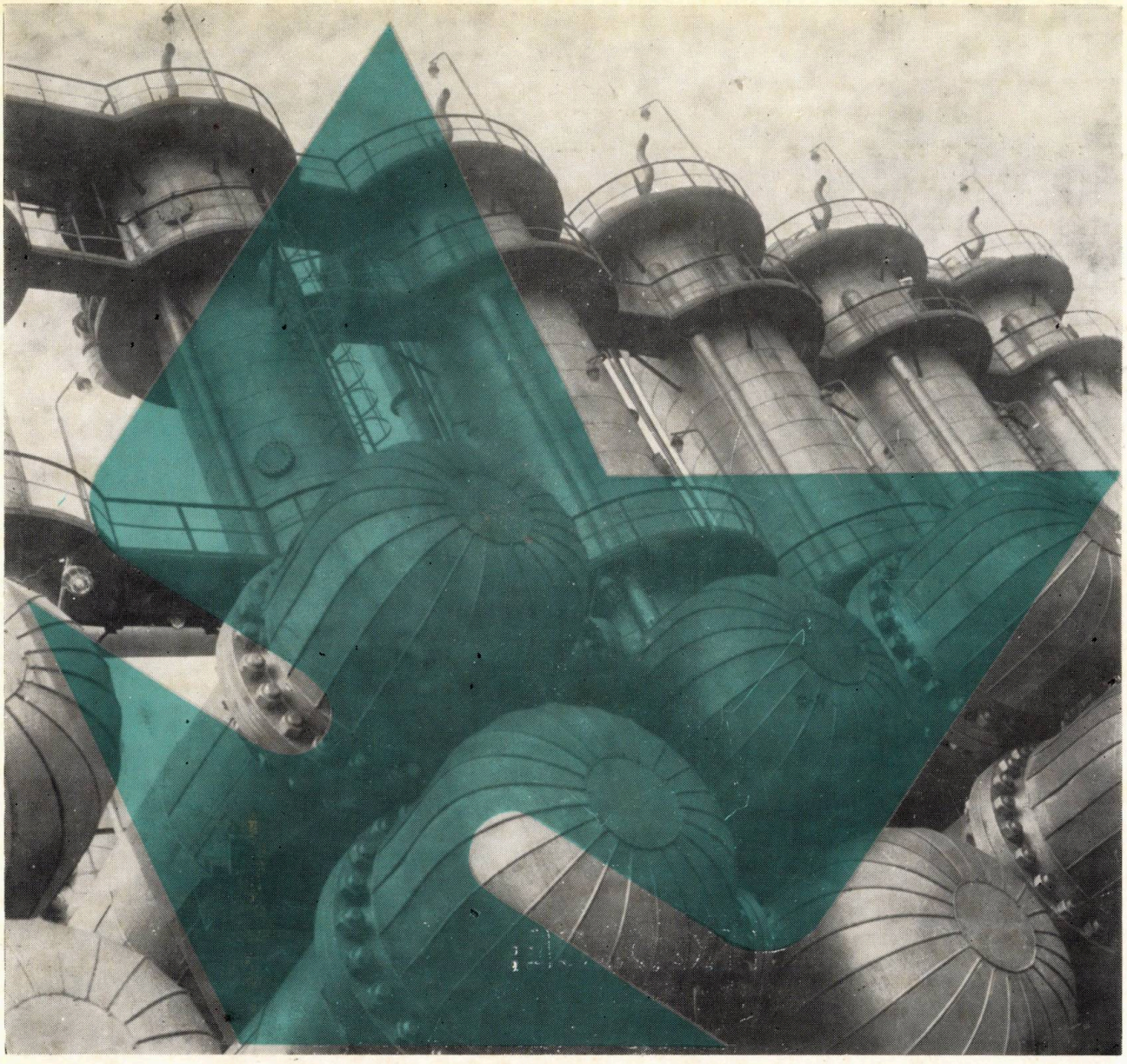


PLOIEȘTI ROMANIA

Exportator: **CHIMIMPORT**

Bd. Republicii 10 Telefon : 16 06 36
Telex : 184, 185
București—România

MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1683



petrom

State Enterprise for Foreign Trade Bucharest – Romania 22 N. Bălcescu Bvd.
Phone : 15.69.64
Telex : 011374
Cables : PETROM – Bucharest

DELIVERS FOR EXPORT :

● complete refineries and oil-processing installations ; ● chemical plants and complete technological installations in the fields of petrochemistry, organic and inorganic chemistry, fertilizers, drugs, dyestuffs, synthetic fibers, plastics etc.; ● auxiliary installations for oil refineries and chemical plants ; ● licences and know-how in the field of chemical industries and oil-processing.

PETROM

in the world

- **Soda ash and caustic soda plant (100,000 t/y) – The Arab Republic of Egypt.**
- **Sulphuric acid plant (215,000 t/y) – Samsun, Turkey.**
- **Granulated superphosphate plant (220,000 t/y) – Elazig, Turkey.**
- **Caustic soda plant (60,000 t/y) – Shiraz, Iran.**
- **Chloro-sulphonic acid plant (1,500 t/y) – The Arab Republic of Egypt.**
- **Acetylo-salicylic acid plant (350 t/y) – The Korean People's Democratic Republic.**
- **Tannin extraction plant (500 t/y) – The Democratic Republic of Vietnam.**
- **Complete refinery for fuels (750,000 t/y) – Gauhati, India.**
- **Installations for the solventation of sulphur-containing oil (600,000 t/y) – Barauni, India.**
- **Installation for atmospheric distillation (1,3 mil. t/y) – The German Democratic Republic.**
- **Complex for lubricating oils – Haldia, India.**
- **Installation for the production of lubricating oil – The Chinese People's Republic.**
- **Refinery for fuels (2,5 mil. t/y) – Karachi, Pakistan.**

PETROM

Provides a wide range of services :

Technological studies and technical solutions obtained in the specialized Institutes for the processing of oil and for the chemical industries :

Complete chemical analyses of raw materials and of chemical and oil-derivated products carried out in laboratories and pilot plants, for an optimum valorification and for reaching design parameters ;

Preliminary studies of feasibility, set up and profile, for oil refineries, chemical plants and installations ;

Technological, technical, building and erection designs for refineries and chemical installations ;

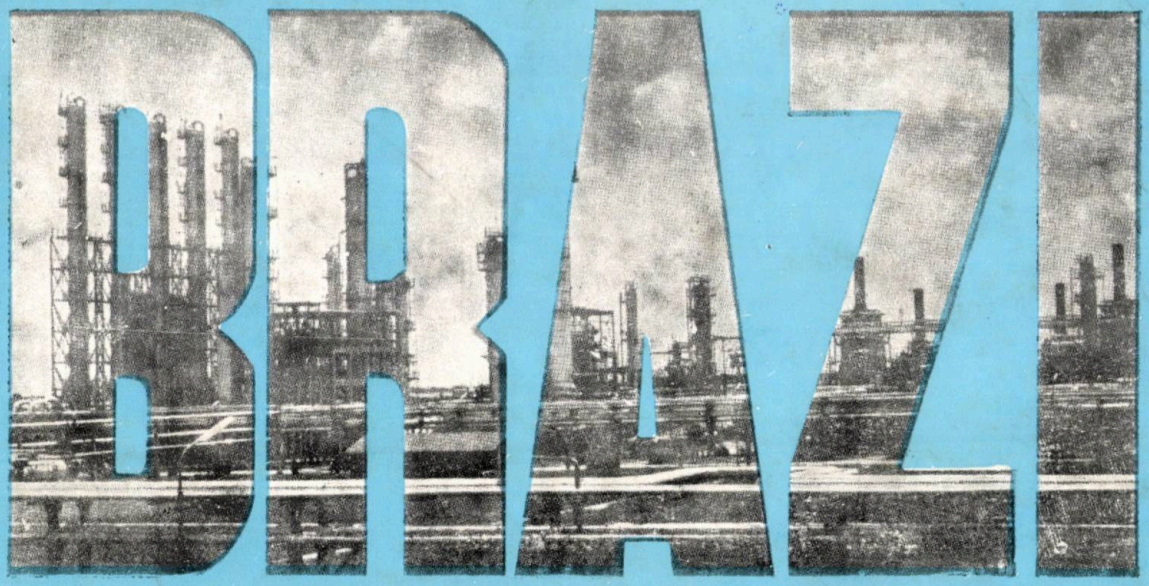
Extension and updating of existing refineries and chemical plants ;

Training of the beneficiary's personnel, technical and operating staff for the installations delivered within similar installations in Romania ;

Consulting and expert activities in the fields of chemistry and oil-processing ;

Any type of chemical engineering studies.

RAFINARIA



PRODUCE:

— PARA — XILEN de puritate 99,2% pentru fabricarea fibrelor sintetice poliesterice,

— ORTO — XILEN de puritate 99,6% pentru fabricarea anhidridei ftalice,

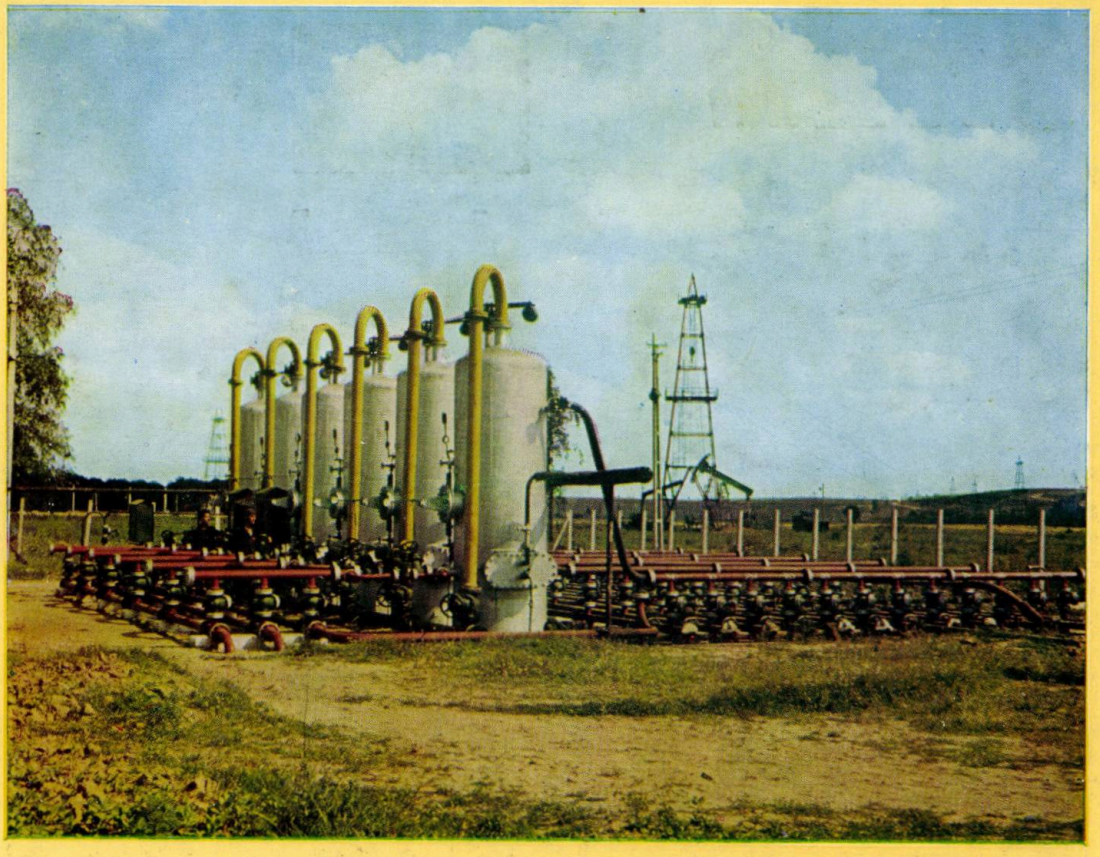
— ETIL — BENZEN de puritate 99,6% pentru fabricarea stirenului;

— BENZEN, TOLUEN, META — XILEN și o gamă largă de hidrocarburi parafinice ușoare pentru industria chimică și pentru uzul casnic.

LIVREAZĂ:

- *benzine super auto și avio*
- *combustibili pentru motoare cu reacție*
- *petroluri și motorine superioare*
- *hidrocarburi aromatice de înaltă puritate*
- *gaze lichefiate pe bază de repartiții*

E 1111 5



5
MAI
1972
Vol. 23 p. 253—312
BUCUREȘTI
ROMÂNIA

PETROL ȘI GAZE

PGAZAC 23 (5) 253 — 312 (1972)

Pour tous travaux miniers et géologiques s'adresse à

geomin

GEOMIN

ENTREPRISE D'ÉTAT DE COMMERCE EXTÉRIEUR
SPLAIUL INDEPENDENȚEI 202 ● BOUCAREST – ROUMANIE
● TÉLÉPHONE : 13.00.94 ● TELEX · 01 12 63

GEOMIN assure la mise en valeur des gisements de minerais par la livraison d'installations complètes, avec la technologie la plus moderne et des méthodes de grande efficience.

Des instituts spécialisés et un personnel hautemen qualifié assurent l'exécution de :

prospections et explorations géologiques, recherches technologiques de laboratoire et dans des installations pilote ;

— études de faisabilité pour différents types de gisements ;

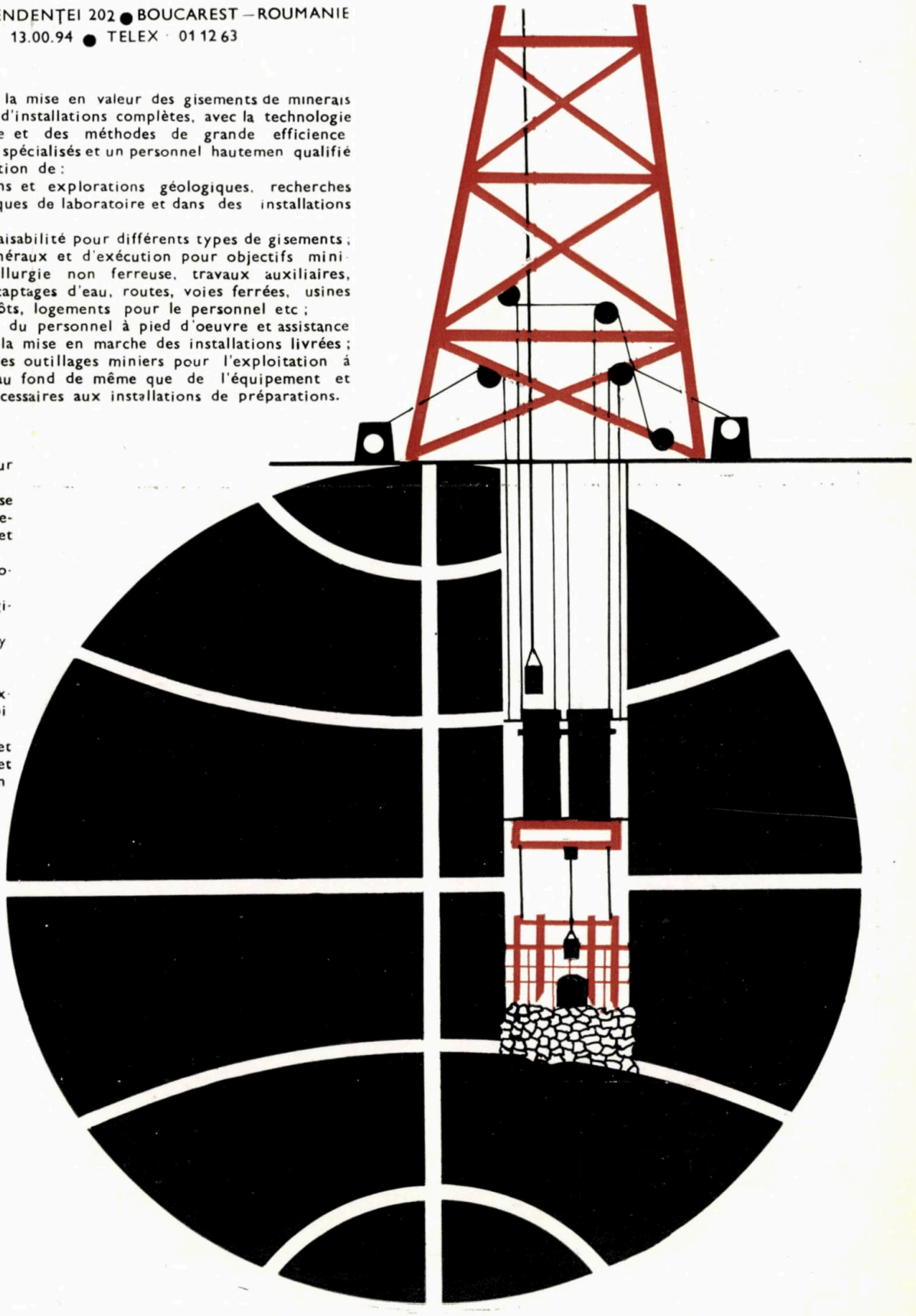
— projets généraux et d'exécution pour objectifs miniers et de métallurgie non ferreuse, travaux auxiliaires, aménagements, captages d'eau, routes, voies ferrées, usines électriques dépôts, logements pour le personnel etc ;

— instruction du personnel à pied d'oeuvre et assistance technique pour la mise en marche des installations livrées ;

— livraison des outillages miniers pour l'exploitation á ciel ouvert ou au fond de même que de l'équipement et des machines nécessaires aux installations de préparations.

GEOMIN offre aussi pour l'extraction de pétrole :

— études de synthèse pour évaluer les gisements de pétrole et de gaz
— programmes d'exploration
— prospections géologiques
— prospections géophysiques
— forage structural
— forage de puits d'exploration et d'exploitation
— projets, livraison et construction d'utilités et installations annexes (conduits, réservoirs etc.)



PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL INSTITUTULUI CENTRAL DE CERCETĂRI CHIMICE – BUCUREŞTI DIN MINISTERUL INDUSTRIEI CHIMICE şi al INSTITUTULUI DE CERCETARE ŞI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ŢIŢEI ŞI GAZE – CIMPINA DIN MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

VOL. XXIII, Nr. 5
mai 1972

CUPRINS

*** **România, o importantă producătoare şi furnizoare de utilaje şi produse petroliere în cadrul Expoziţiei internaţionale de echipament industrial pentru petrol, chimie, mase plastice şi cauciuc** 259—260

G. Pârvu: **Influenţa argilei asupra permeabilităţii colectoarelor helveţiene din depresiunea getică** 261—264

Gh. Peteu şi N. Caliniac: **Aspecte noi în tehnica de investigare geofizică cu trasori radioactivi** 265—271

Al. Rădulescu, B. Gerstenfeld şi S. Ştefan: **Aspecte tehnologice ale forajului sondelor de diametru mare** 272—276

G. Auslander: **Programarea liniară a amestecurilor de produse petroliere din rafinării. I. Analiza critică a modelelor matematice de optimizare** 277—281

I. Precup, V. Covaci, I. Buricatu şi Y. B. Shankar: **Unele aspecte legate de stabilirea compoziţiei optime a solventului în deparafinarea uleiurilor** 282—285

D. Barus: **Economicitatea rezervoarelor cu capac plutitor** 286—290

N. Bălan şi I. Geangălă: **Tendinţe actuale în echiparea staţiilor de comprimare montate pe sistemele de transportat gaze** 291—299

A. V. Darabont şi F. Moise: **Combaterea zgomotului şi a vibraţiilor în rafinării** 300—304

Realizări din industrie 305

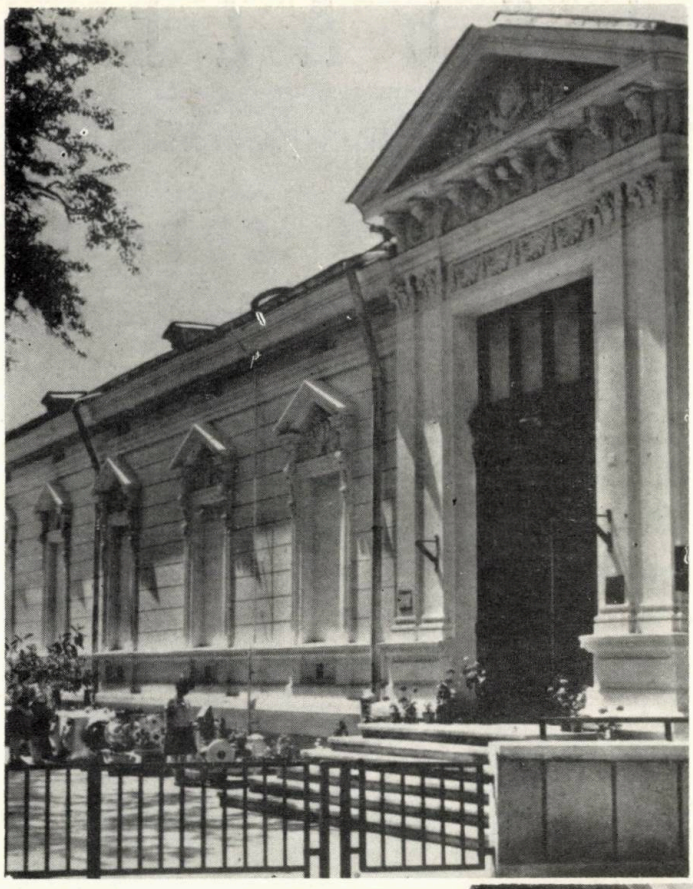
Documentare 305—309

Informaţii tehnico-economice 264, 290, 310

COMITETUL DE REDACŢIE

Dr. Ing. Gh. ALDEA, redactor responsabil, dr. ing. Gh. DONŢOV — DANU, redactor responsabil adjunct, dr. ing. I. AVRAMESCU, ing. M. BUTUC, ing. V. COMAN, ing. V. COVRIG, ing. V. FILIP, ing. I. GEANGĂLĂ, conf. dr. ing. Gh. GEORGESCU, prof. dr. docent ing. Gr. IOACHIM, membru corespondent al Academiei R.S.R., ing. N. IOANESI, ing. M. LEU, ing. V. NICA, dr. geolog, D. PARASCHIV, chim. F. POPESCU, ing. V. POPESCU, dr. ing. N. PUŞCOIU, dr. ing. I. ZÎRNĂ

Redactor
ing. Aurelia Buricatu

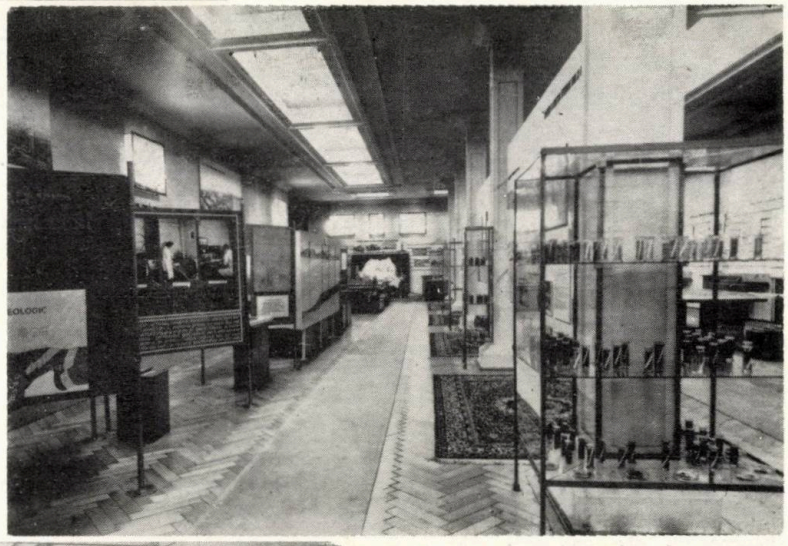


MUZEUL REPUBLICAN AL PETROLULUI PLOIEȘTI

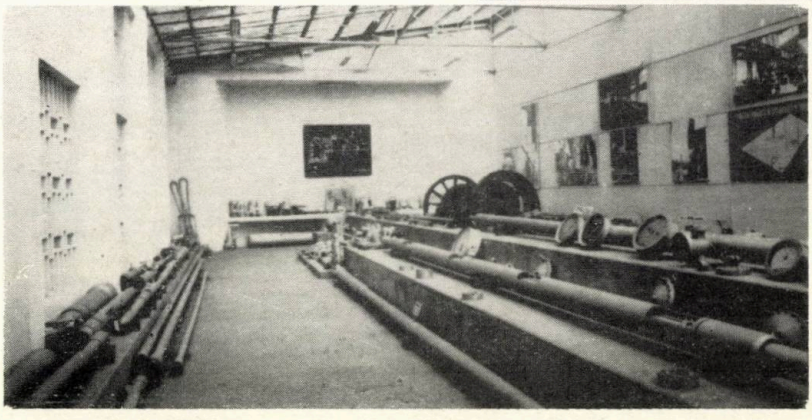
Str. Dr. Bagdasar 8

Tel. 23564

Înființat în anii regimului socialist 1961, prezintă evoluția industriei noastre extractive și de prelucrare a țițeiului din antichitate pînă în zilele noastre. Numărul mare de exponate originale cît și panourile sugestive atrag un număr mare de vizitatori din țară și străinătate.



INTERIOR DIN MUZEU



EXPONATE—UTILAJE

BIBLIOTECA CENTRALĂ UNIVERSITARĂ 1883

CONTENTS

* * * **Editorial** 259—260

G. Pârvu : **The Influence of Clay on the Permeability of Helvetian Collectors in the Gaetic Depression** 261—264

Gh. Peteu, N. Caliniac : **New Aspects in the Geophysical Investigation Technique with Radioactive Tracers** 265—271

Al. Rădulescu, B. Gerstenfeld, S. Ştefan : **Some Technological Aspects of Big-Diameter Well Drilling** 272—276

G. Auslander : **Linear Programming of Refinery Blending Problems. I. Criticism of Mathematical Models for Optimum Blending** 277—281

I. Precup, V. Covaci, I. Buricatu, Y. B. Shankar: **Some Aspects Connected with the Establishment of the Optimum Composition of the Solvent in Oil Dewaxing** 282—285

D. Barus : **The Economic Efficiency of Floating-Roof Tanks** 286—290

N. Bălan, I. Geangălă : **Some Present-Day Trends in the Equipment of Compression Stations Mounted on Gas-Transport Systems** 291—299

A. V. Darabont, F. Moise : **The Fight Against Noise and Vibrations in Refineries** 300—304

Gh. Peteu, N. Caliniac : New **Aspects in the Geophysical Investigation Technique with Radioactive Tracers**

Some considerations are firstly exposed concerning the ideal radioactive tracers used in the geophysical investigation of wells and the determinant elements in the calculus of the activity of the tracers for different kinds of operations and several radioelements. The *minimum* and *maximum* activity per operation is defined.

A series of technological adaptations imposed by the peculiar investigation conditions (strata with very high porosity — permeability, investigation in dynamic conditions etc.) are presented and some examples are given to illustrate the solving of cases met with in practice.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 5, p. 265
D. C. 550.3 : 621.039.8

G. Auslander : **Linear Programming of Refinery Blending Problems. I Criticism of Mathematical Models for Optimum Blending**

Mathematical models for optimum blending of petroleum products are critically reviewed, with special regard to the misuse of linear blending relationships and to other non-plausible assumptions.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 5,p. 277
D. C. 665.6 : 621—503.55

I. Precup, V. Covaci, I. Buricatu, Y.B. Shankar: Some **Aspects Connected with the Establishment of the Optimum Composition of the Solvent in Oil Dewaxing**

The methods for determining the optimum composition of the dewaxing solvents are presented and it is pointed out that the choice of the optimum composition of the solvent should be necessarily corellated with the dilution degree, since the positive effect of the maximum admissible proportion of methylethylcetone is affected by the modification of the dilution degree.

Since in the case of a solvent the values of the temperature difference firstly characterize the economic efficiency of its use, due to the cooling expenses involved, the temperature difference has been correlated with the dilution degree and solvent composition.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 5, p. 282
D. C. 665.637.73

N. Bălan, I. Geangălă : **Some Present-Day Trends in the Equipmen of Compression Stations Mounted on Gas-Transport Systems**

In order to meet the peak consumption requirements, to ensure the continuity of the works and compensate the natural pressure decline of the geological productive formations, it became necessary to introduce on a wide scale the mechanical compression in the gaseiferous industry.

The paper exclusively deals with the intermediary turbocompressor stations along the way of natural gas conveying lines.

The main item discussed consists in the establishment of the optimum type of gas turbine which is to be equipped with a copressor station.

Some criteria for technical-economic comparison on which the choice of the units should be based are presented and discussed.

It is particularly insisted on the technical performances, and the exploitation indexes for which general calculus relations are established with the indication of the admissible value limits-

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 5, p. 291.
D. C. 622.691.4:621.515

СОДЕРЖАНИЕ

* * * **Передавая статья** 259—260

Г. Пырву: **Влияние глинозёма на проницаемость гельветических коллекторов из Гетской депрессии** 261—264

Г. Петеу, Н. Калиниак: **Новые аспекты в технике геофизической разведки с радиоактивными указателями** 265—271

Ал. Рэдулеску, Б. Герстенфельд, С. Штефан: **Технологические аспекты по бурению скважин большого диаметра** 272—276

Г. Аусландер: **Линейное программирование на нефтезаводах по вопросам смешения. I. Критический анализ математических моделей по оптимизации** 277—281

И. Прекуп, В. Ковач, И. Бурикату, И. Б. Шанкар: **Некоторые аспекты в связи с определением оптимального состава растворителя при депарафинизации масел. I.** 282—285

Д. Барус: **Экономичность резервуаров с плавающей крышей** 286—290

Н. Бэлан, И. Джянгэлэ: **Современные тенденции в оснащении компрессорной станции в системе транспортировки газов** 291—299

А. В. Дарабонт, Ф. Мойсе: **Борьба с шумом и с вибрациями на нефтезаводах** 300—304

Г. Петеу, Н. Калиниак: **Новые аспекты в технике геофизической разведки с радиоактивными указателями.**

Вначале излагается ряд соображений относительно идеальных радиоактивных указателей используемых в геофизической разведке для нефтяных скважин, а также и об определительных элементах при расчете деятельности указателей для различного рода операций и для ряда радиоэлементов , с определением минимальной и максимальной деятельности для каждой операции. Далее, приводится ряд приспособлений технического порядка, к которым принуждают специальные условия разведки (пласты с порисостью-очень большая проницаемость, разведка в динамических условиях итд), с примерами показывающими решение ряда случаев встречаемых на практике.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 5, p. 265
Д.К. 550.3 : 621.039.8

Г. Аусландер: **Линейное программирование на нефтезаводах по вопросам смешения. I. Критический анализ математических моделей по оптимизации**

Приводится обозрение методов по оптимизации задач по смешению, описанных в литературе и анализируется критически применяемость етих методов. Выявляются недостатки математических моделей, в особенности в связи с применением некоторых линейных отношений по смешению, а также применение ряда необоснованных суждений.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 5, p. 277
Д.К. 665.6 : 621 — 503.55

И. Прекуп, В. Ковач, И. Бурикату, И. Б. Шанкар: **Некоторые аспекты в связи с определением оптимального состава растворителя при депарафинизации масел. I.**

Приводятся методы по определению оптимального состава растворителей по депарафинизации и указывается что выбор оптимального состава растворителя нужно обязательно корелировать со степенью разбавления, т.к. на положительный эффект максимально допустимой пропорции метилэтил-ацетона действует изменение степени разбавления. Учитывая что для растворителя величина разности температур характеризует первым долгом экономичность его использования, из за расходов связанных с охлаждением, коррелировали разность температуры со степенью разбавления и с составом растворителя.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 5, p. 282
ДК 665.637.73

Н. Бэлан, И. Джянгэлэ: **Современные тенденции в оснащении компрессорной станции в системе транспортировки газов.**

Покрытие пиков расхода, обеспечение непрерывности работы и компенсирование натурального падения давления продуктивных геологических формаций, заставили ввести в широком маштабе механическое сжатие в газовой промышленности. Содержание настоящей статьи относится исключительно к промежуточным турбокомпрессорным станциям находяхщихся на трассе трубопроводов для транспортировки природных газов. Основной затронутый вопрос состоит в установлении оптимального типа газовой турбины которой необходимо оснастить компрессорную станцию. Приводятся и коментируются критерии по технико-экономическому сравнению, которые должны составить основу по выбору агрегатов. Особое внимание уделяется техническим результатам, эксплуатационным показателям, для которых устанавливаются общие расчетные отношения с указанием допустимых пределов стоимости.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 5, p. 291
Д.К. 622.691.4 : 621.515

INHALT

* * * **Leitartikel** 259—260

G. Pârvu : **Einfluss des Tongesteins auf die Permeabilität des helvetischen Speichergesteins in der Getischen Depression** 261—264

Gh. Peteu, N. Caliniac : **Neue Aspekte in der geophysikalischen Lagerstättenforschung mit Spurelementen** 265—271

Al. Rădulescu, B. Gerstenfeld, S. Ştefan: **Technologische Aspekte der Sondenbohrung mit grossem Durchmesser** 272—276

G. Ausländer : **Lineare Programmierung von Problemen der Gemische in Raffinerien (I) Kritische Analyse der mathematischen Optimierungsmodelle** 277—281

I. Precup, V. Covaci, I. Buricatu, Y. B. Shankar: **Einige Aspekte in bezug auf die Festlegung der optimalen Zusammensetzung des Lösungsmittels in der Entparaffinierung der Öle (I)** 282—285

D. Barus : **Wirtschaftlichkeit der Behälter mit Schwimmerdeckel** 286—290

N. Bălan, I. Geangălă: **Gegenwärtige Tendenzen in der Ausrüstung der, auf Gasfördersysteme montierten Verdichterstationen** 291—299

A. V. Darabont, F. Moise : **Bekämpfung des Lärms und der Schwingungen in Raffinerien** 300—304

Gh. Peteu, N. Caliniac : **Neue Aspekte in der geophysikalischen Lagerstättenforschung mit Spurelementen**

Zunächst werden einige Erwägungen in bezug auf die idealen Spurelemente für geophysikalische Untersuchung der Erdölsonden und in bezug auf die bestimmenden Berechnungselemente der Tätigkeit der Leitisotopen für verschiedene Operationsarten und mehrere Spurelemente dargelegt und die minimale und maximale Tätigkeit per Operation festgelegt.

Fortfahrend werden eine Reihe von technologischen Anpassungen aufgrun der besonderen Untersuchungsbedingungen (poröse Schichten, hohe Permeabilität Untersuchung unter dynamischen Bedingungen usw.) dargelegt und an Hand einiger, in der Praxis angetroffenen Fälle die betreffenden Lösungen veranschaulicht.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 5, p. 265
D.K. 550.3 : 621.039.8

G. Ausländer: **Lineare Programmierung von Problemen der Gemische in Raffinerien (I). Kritische Analyse der mathematischen Optimierungsmodelle**

Es werden die Methoden zur Optimierung von Problemen der Gemische, die in der Fachliteratur beschrieben sind, dargelegt und in kritischer Weise die Anwendungsmöglichkeiten dieser Methoden analysiert. Es wird auf die Mängel der mathematischen Modelle hingewiesen, vor allem in bezug auf die Anwendung einiger linearen Beziehungen von Gemischen, sowie die Anwendung einiger unwahrscheinlichen Beweisführungen.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 5, p. 277
D. K. 665.6 : 621 — 503.55

I. Precup, V. Covaci, I. Buricatu. Y. B. Shankar: **Einige Aspekte in bezug auf die Festlegung der optimalen Zusammensetzung des Lösungsmittels in der Entparaffinierung der Öle (I)**

Es werden die Methoden zur Bestimmung der optimalen Zusammensetzung der Lösungsmittel für Entparaffinierung dargelegt und darauf hingewiesen, dass die Auswahl der optimalen Zusammensetzung des Lösungsmittels unbedingt mit dem Verdünngungsgrad in Wechselbeziehung gestellt werden muss, da die positive Wirkung des höchstzulä ssigen Methyläthylazeton-Verhältnisses von der Veränderung des Verdünnungsgrades abhängig ist.

Weil für ein Lösungsmittel die Werte der Temperaturverschiebung in erster Linie die Wirtschaftlichkeit seiner Verwendung, infolge der aus der Kühlung erwachsenden Kosten kennzeichnen, wurde die Temperatur veschiebung mit dem Verdünnungsgrad und der Zusamm ensetzung des Lösungsmittels in Wechselbeziehung gebracht.

Petrol şi Gaze **23**, 1972, nr. 5, p. 282
D. K. 665.637.73

N. Bălan, I. Geangălă : **Gegenwärtige Tendenzen in der Ausrüstung der, auf Gasfördersysteme montierten Verdichtungsstationen**

Die Deckung der Verbrauchsspitzen, die Gewährleistung der Arbeitskontinuität und der Ausgleich des natürlichen Druckabfalls der produktiven Gaslagerstätten, erforderte die breitangelegte Einführung der mechanischen Verdichtung in der Gasindustrie.

Die Arbeit bezieht sich ausschliesslich auf die zwischengeschalteten Gebläseverdichterstationen entlang der Förderleitungen für Erdgas. Hauptgewicht wird dabei auf die Festlegung des vorteilhaftesten Typs einer Gasturbine für die Ausrüstung der Verdichterstation gelegt.

Es werden die technischen und wirtschaftlichen Auswahlkriterien der Aggregate erörtert.

In besonderer Weise werden die technischen Leistungen und die Betriebskennziffern dargelegt, für die allgemeine Berechnungsrelationen mit Angabe der zulässigen Grenzwerte festgelegt werden.

Petrol şi Gaze. **23** . 1972. nr. 5. p. 291
D.K. 622. 691. 4 : 621. 515

SOMMAIRE

* * * **Editorial** 259—260

G. Pârvu : **L'influence de l'argile sur la perméabilité des collecteurs helvétiens de la Dépression Gétique** 261—264

Gh. Peteu, N. Caliniac : **Nouveaux aspects dans la technique d'investigation géophysique aux traçoirs radioactifs** 265—271

A. Rădulescu, B. Gerstenfeld, S. Ştefan : **Aspects technologiques du forage des sondes au grand diamètre** 272—276

G. Auslander : **La programmation linéaire des problèmes de mélange dans les raffineries. I. Analyse critique des modèles mathématiques d'optimisation** 277—281

I. Precup, V. Covaci, I. Buricatu, Y.. B. Shankar: **Certains aspects liés à l'établissement de la composition optimum du solvant dans le déparaffinage des huiles** 282—285

D. Barus : **L'économicité des réservoirs à couverele flottant** 286—290

N. Bălan, I. Geangălă : **Tendances actuelles dans l'équipement des stations de compression montées sur les systèmes de transport des gaz** 291—299

A. V. Darabont, F. Moise : **La lutte contre le bruit et les vibrations dans les raffineries** 300—304

Gh. Peteu, N. Caliniac : **Nouveaux aspects dans la technique d'investigation géophysique aux traçoirs radioactifs**

On expose tout d'abord certaines considérations sur les traçoirs radioactifs idéaux utilisés dans l'investigation géophysique des sondes pétrolifères et sur les éléments déterminants dans le calcul de l'activité des traçoirs, pour différents genres d'opérations et plusiers radioéléments, avec définition de l'activité *minimum* et *maximum* par opération.

On présente ensuite une série d'adaptations d'ordre technologique imposées par des conditions spéciales d'investigation (couches à porosité — perméabilité très grande, investigation dans des conditions dynamiques etc.), avec des exemplifications illustrant la solution de certains cas rencontrés dans la pratique.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 5, p. 265
C. D. 550.3 : 621.039.8

G. Auslander : **La programmation inéaire des problèmes de mélange dans les raffineries. I. Analyse critique des modèles mathématiques d'optimisation**

On passe en revue les méthodes d'optimisation des problèmes de mélange, décrits dans la littérature et on analyse de façon critique l'applicabilité de ces méthodes. On fait ressortir les lacunes des modèles mathématiques liés surtou à l'utilisation des relations de mélange linéaires, ainsi qu'à l'utilisation des raisonnements non plausibles.

Petrol şi Gaze, **23**, nr. 5, 1972, p. 277
C. D. 665.6 : 621 — 503.55

I. Precup, V. Covaci, I. Buricatu, Y. B. Shankar : **Certains aspects liés à l'établissement de la composition optimum du solvant dans le déparaffinage des huiles**

On présente les méthodes de détermination de la composition optimum des solvants de déparaffinage et on montre que le choix optimum du solvant doit être corrélé de façon obligatoire avec le degré de la dilution, car l'effete positif de la proportion maximum admissible de méthyléthylcétone est affecé par la modification du degré de dilution.

Du fait que pour un solvant les valeurs du décalage de température caractérisent, en premier lieu, l'économicité de son utilisation, en raison des frais de refroidissement, on a corrélé le décalage de température avec le degré de dilution et la composition du solvant.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 5, p. 282
C. D. 665.637.73

N. Bălan, I. Geangălă : **Tendances actuelles dans l'équipement des stations de compression montées sur les systémes de transport des gaz**

La nécessité de faire face aux besoins de la consommation de pointe, d'assurer la continuité des travaux et de compenser le déclin naturel de pression des formations géologiques productives, ont exigé l'introduction sur une vaste échelle de la compression mécanique dans l'industrie gazéifère.

Le contenu de l'étude se réfère exclusivement aux stations intermédiaires de turbocompression situées sur le trajet des conduites pour le transport des gaz naturels.

Le principal sujet abordé consiste dans l'établissement du type optimum de turbine à gaz dont on envisage d'équipper une station de compresseurs.

On présente et commente les critères de comparaison technico-économique qui doivent se rrouver à la base du choix des agrégats.

On insiste tout particulièrement sur les performances techniques et les indices d'exploitation pour lesquels on établit des relations générales de calcul, avec indication des limites de valeur admises.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 5, p. 291
C. D. 622.691.4 : 515

ROMÂNIA

— o importantă producătoare şi furnizoare de utilaje şi produse petroliere în cadrul Expoziţiei internaţionale de echipament industrial pentru PETROL, CHIMIE, MASE PLASTICE ŞI CAUCIUC

Între 3 și 12 mai anul curent, a fost organizată la București, Expoziția internațională de echipament industrial pentru petrol, chimie, mase plastice și cauciuc în cadrul complexului din Piața Scînteii. Acest eveniment se înscrie printre cele mai importante manifestări de acest gen ce au avut loc în ultimul timp în țara noastră.

„Promovarea și lărgirea cooperării internaționale, sublinia președintele Consiliului de Stat al României, tovarășul Nicolae Ceaușescu, se impune ca o necesitate obiectivă a progresului fiecărei țări în parte, a dezvoltării civilizației umane în general, ca o condiție esențială a instaurării unui climat de încredere între popoare, de securitate și pace în lume.

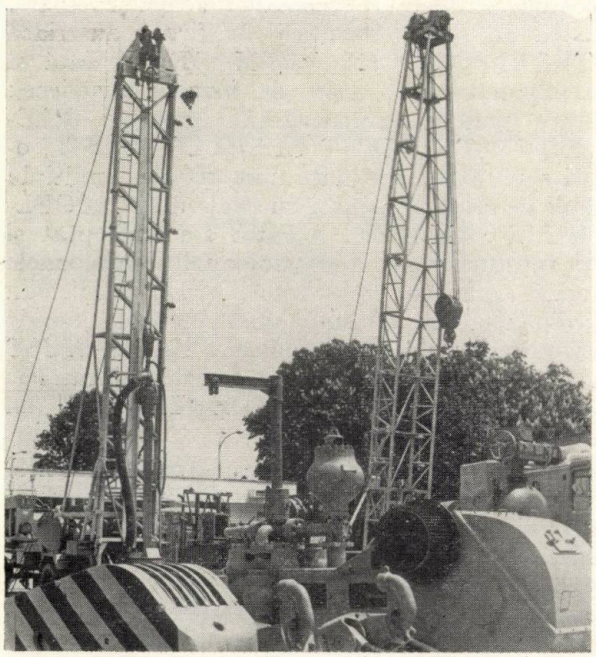
Urmînd această cale, România întreține în prezent relații de colaborare cu 110 țări din întreaga lume, iar volumul comerțului său exterior crește în anii 1971 — 1975 cu aproximativ 70% față de planul cincinal anterior.

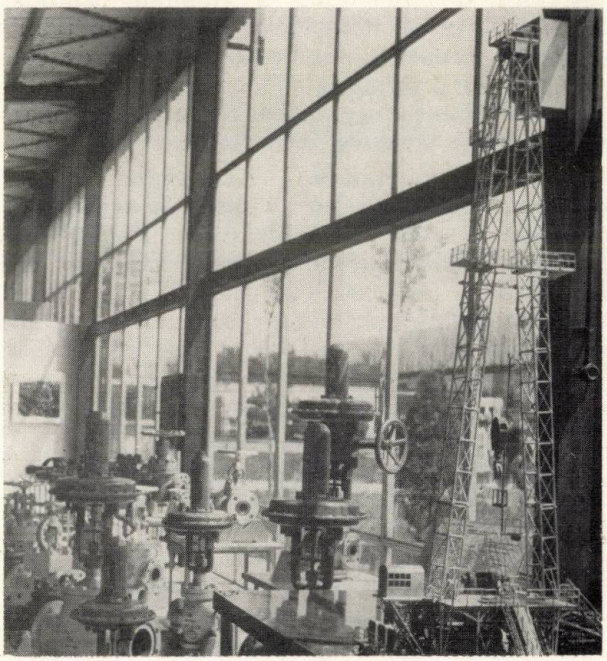
Această tendință a reieșit clar din ponderea importantă de exponate românești prezente la expoziție, unde au participat 150 de firme din numeroase țări cu o industrie avansată. Îndeosebi în domeniul petrolului, țara noastră s-a prezentat și de data aceasta la un înalt nivel tehnic. Este cunoscut de altfel faptul că în producția și în exportul de utilaje petroliere România se află pe unul din primele locuri din lume. Totodată, se înregistrează progrese în ceea ce privește realizarea unor produse petroliere cu caracteristici superioare, solicitate tot mai mult la export.

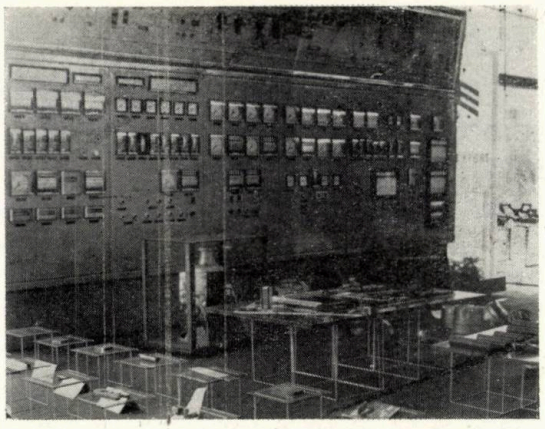
Așa se explică numărul mare de specialiști, de vizitatori români și străini care au fost prezenți la standurile rezervate industriei constructoare de utilaje petroliere și industriei de prelucrare a țițeiului.

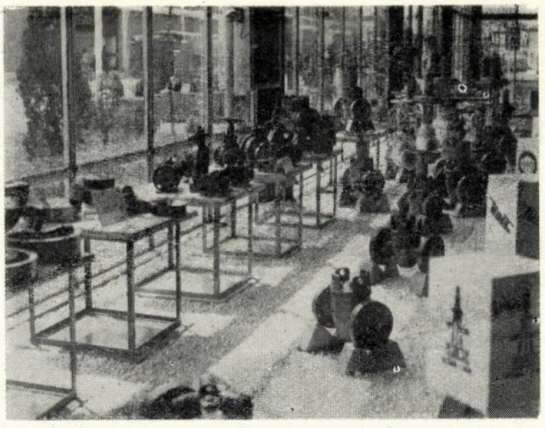
O gamă variată de exponate din sectoarele de foraj și extracție a țițeiului și gazelor a fost prezentată de Întreprinderea de comerț exterior INDUSTRIALEXPORT. Sînt produse realizate de unitățile aparținînd Centralei industriale de utilaj petrolier. În atenția specialiștilor au stat îndeosebi instalațiile de foraj. Ei au studiat îndelung macheta instalației F—320 DH pentru forajul sondelor de 6000 m, avînd o putere instalată de 2670 CP și o sarcină maximă de cîrlig la lucru de 320 t. Totodată, vizitatorii au făcut cunoștință cu unele utilaje în mărime naturală cum sînt: instalația de foraj seismic FS—IG, instalația de foraj geologic SG—150, instalația de foraj puțuri de apă tip FA—12, ș. a

Dintre utilajele care poartă mărcile uzinelor producătoare de utilaj petrolier românesc, au atras, de asemenea, atenția: instalația de intervenție ICS—M16, aparatul de cimentare și fisurare ACF—700/ROMAN, pompa de noroi 2 PN—360A, cap hidraulic CH—1800, cap hidraulic CH—320, cap hidraulic CH—125, macaraua cu cîrlig Mc—200, masa rotativă MRS—205. Alături de un sortiment variat de prăjini de pompare au fost etalate și alte utilaje cum ar fi cap de erupție CE—2x350, cap de pompare de 140 Kgf/cm², sapă cu conuri tip 12 MA—295 J, sapă cu conuri









tip 125—311, 2 J, sapă cu conuri tip 13 MTA—3M, 2J ș. a.

După vizionarea exponatelor de pe platou, un public foarte numeros a vizitat pavilionul rezervat altor utilaje petroliere. Dintre numeroasele exponate aflate aici, specialiștii au remarcat în mod deosebit : macheta agregatului de cimentare și fisurare ACF—700, convertizoarele hidraulice cu cuplu CHC 650—P și CHC 750—2, aparatajele pneumatice și hidraulice utilizate în construcția de utilaj petrolier, ambreajul pneumatic cu discuri CD_2—610, pompa de adîncime tip 3TB $^1/_2 \times \times 2 \times 2^3/_4 \times 15$, cuplajele pneumatice pentru instalațiile de foraj.

Acestea sînt doar cîteva din exponate, edificatoare însă pentru întregul ansamblu al producției din acest domeniu. De altfel, specialiștii străini au subliniat, în repetate rînduri, faptul că echipamentul petrolier românesc corespunde celor mai exigente cerințe, fiind solicitat în tot mai multe țări. Afirmația este valabilă și pentru echipamentul industrial destinat sectorului de prelucrare a țițeiului, prezentat în expoziție de Întreprinderea de comerț exterior PETROM, care poate livra la export rafinării complete și instalații de prelucrare a țițeiului. Totodată asigură : studii tehnologice și soluții tehnice moderne, proiecte tehnologice, tehnice de construcții pentru rafinării, modernizări și dezvoltări de rafinării existente, instruirea și perfecționarea personalului beneficiarului străin.

Tabloul contemporan al industriei prelucrătoare românești de petrol oferă imaginea unor moderne și complexe unități de prelucrare, la nivelul tehnicii mondiale, produsele lor fiind competitive pe piața externă. Prezența principalelor produse petroliere românești în cadrul expoziției s-a bucurat de o înaltă apreciere, oglindită în însemnările elogioase făcute în cartea de onoare a standului și în discuțiile purtate cu prilejul diferitelor tranzacții comerciale.

Întreprinderea de comerț exterior PETROLEXPORT a prezentat în mod sugestiv și plăcut numeroase produse ale rafinăriilor din Brazi, Ploiești, Teleajen. Printre acestea amintim : benzină de aviație, benzină de extracție, benzină auto, white spirit, petrol lampant, petrol pentru turboreactoare, petrol pentru tractoare, motorină, păcură. Gama variată de uleiuri a fost etalată în numeroase recipiente, așezate pe fundale cu imagini din rafinării. Specialiștii s-au interesat îndeosebi de calitățile uleiurilor lubrifiante SAE 1—20—30——40—50—90 și 140. Au fost expuse, de asemenea : ulei transformator, ulei turbine, ulei cilindru, ulei axe mediu, ulei axe greu, ulei axe special, ulei de vaselină cosmetic (Cosmol) și ulei de vaselină medicinal (Medol). Au atras atenția totodată : acizii naftenici bruți, parafina transparentă 52/54, 54/56, 56/58 și 58/62, precum și parafina opacă, cerezina, bitumul de petrol, cocsul de petrol și vaselina farmaceutică, vaselina naturală și vaselina sintetică farmaceutică. Un interes major au stîrnit produsele petroliere destinate chimizării cum sînt : toluenul, xilenul, ortoxilenul, etilbenzenul și paraxilenul.

Cea mai mare parte a firmelor străine a prezentat o gamă variată de utilaje pentru industria chimică, petrochimică, a cauciucului și a maselor plastice. Vizitînd spațiul larg destinat acestor firme, specialiști în petrol s-au putut informa asupra unor realizări deosebite cum ar fi spre exemplu acela al echipamentelor pentru șantierele petroliere, despre tehnica de măsură și reglare. Acestea au fost prezentate de firma austriacă ÖSTERREICHISCHE PREMABERG. Iată și alte exponate prezentate de firmele austriece : aparate pentru cromatografia gazelor (PACKARD INSTRUMENT GESELLSCHAFT) ; oțeluri superioare destinate unor scopuri multiple și scule de precizie armate cu aliaje dure (SCOELLER-BLECKMANN). Atenția s-a îndreptat și spre autoturismele, autocamioanele, camioanele speciale, produse de firma MOTOKOV din Cehoslovacia ca și spre instrumentele rapide electronice de laborator ale firmei ULTRAKUST din Republica Federală a Germaniei și macaralele produse de firma N. V. NEDERLANDSE din Olanda.

Zecile de mii de vizitatori au părăsit expoziția convinși asupra multiplelor posibilități de colaborare și cooperare între state, printre care și cu industria noastră de utilaj petrolier și produse petroliere, care își aduce contribuția majoră la dezvoltarea economiei noastre naționale, la lărgirea relațiilor internaționale ale României.

Influenţa argilei asupra permeabilităţii colectoarelor helveţiene din depresiunea getică

G. Pârvu

1. Date litologice-petrografice

Helveţianul depresiunii getice, partea de vest a depresiunii precarpatice (fig. 1), este constituit dintr-o alternanţă de depozite terigene, reprezentate predominant prin marnoargile, argile, argile nisipoase şi marne nisipoase, şi,

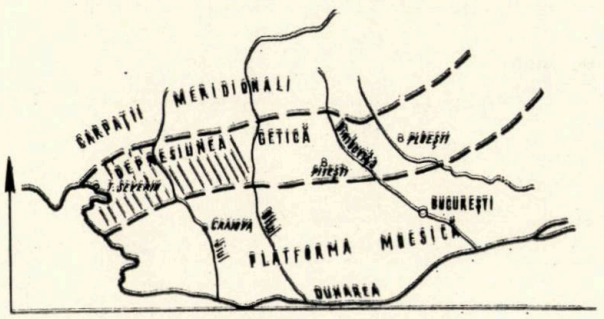


Fig. 1. Schiţa depresiunii getice.

subordonat, prin nisipuri cu structură mediu-grosieră, cu o compoziţie mineralogică alcătuită din: cuarţ 85—90%, fragmente litice 4—5 %, cristale de muscovit, biotit şi feldspaţi plagioclaşi 4—5 %, agregate glauconitice şi clorit 1-2 % şi minerale accesorii: zircon, turmalină, rutil şi disten. Pe alocuri nisipurile trec la o gresie slab consolidată. Trecerea se face gradat. De asemenea, trecerile de la un tip litologic la altul se fac gradat.

Nisipurile care în coloana stratigrafică se dispun sub formă de bancuri cu grosimi variabile 0,25—1,5 m constituie, în majoritatea cazurilor, roca colectoare. Matricea lor este alcătuită din a r g i l ă, mai rar din a r g i l ă m a r n o a s ă sau marnă şi reprezintă aproximativ 10—15 % din volumul solid al rocii.

Din punct de vedere granulometric, detritusul nisipurilor colectoare se încadrează în limitele fracţiunilor aleuritice şi psamitice. Repartizarea acestor două fracţiuni în masa rocilor este haotică, ceea ce face ca nisipurile să prezinte un grad foarte slab de sortare: Gs = = 0,65—0,85 (fig. 2).

Nisipurile argiloase, ca şi cele argilomarnoase sau marnoase, prezintă porozităţi efective cu valori foarte variabile: 6—23 %, cel mai frecvent 12—14 % (tabela 1), porii fiind formaţi fie intergranular, fie sub formă de spaţii capilare sau subcapilare, răspîndite neuniform în matrice.

Legătura dintre pori se face prin canalicule capilare şi subcapilare.

Pentru punerea în evidenţă a spaţiului poros s-a recurs la impregnarea probelor de rocă cu o bachelită colorată. Aceasta umple spaţiile intergranulare, infiltrîndu-se, de regulă, şi în matricea argiloasă. Adesea bachelita se infiltrează între granulele detritice şi matrice, separîndu-le fizic (fig. 3), fapt care demonstrează un slab coeficient de tasare a rocii. În masa bachelitei s-a observat o serie de particule şi agregate argiloase desprinse din matrice, particule care de

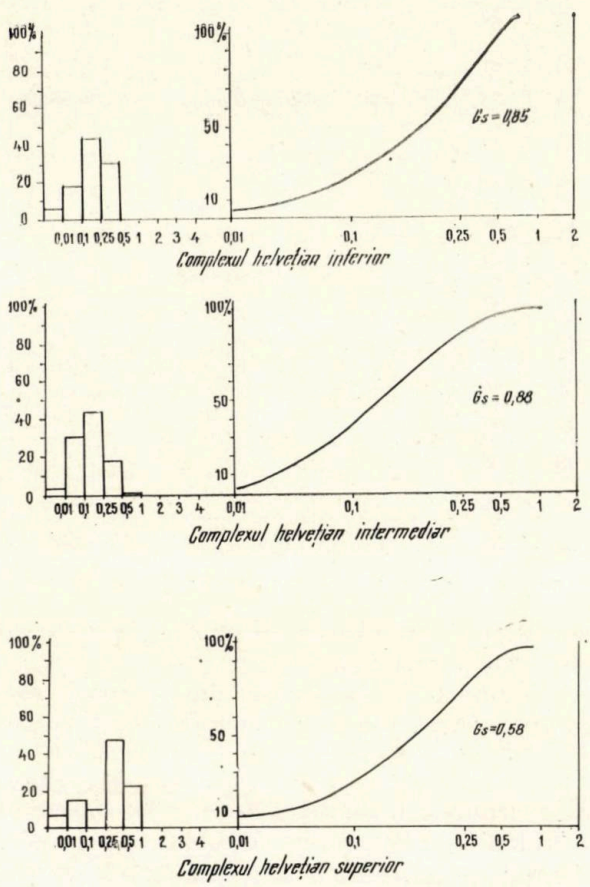


Fig. 2. Histograme, curbe cumulative şi Gs mediu pentru colectoarele helveţianului.

cele mai multe ori se îngrămădesc la trecerea prin canaliculele de legătură, tinzînd, în majoritatea cazurilor, să le obtureze sau să formeze adevărate dopuri împiedicînd circulaţia fluidului prin pori. Rezultă că prin impregnare cu

TABELA 1

Variaţia permeabilităţii în funcţie de natura matricei colectorului, de presiune şi de durata operaţiei

Nr. crt.	Nr. probei	Asociaţia mineralelor argiloase	Grupa	Tipul litologic	Porozitatea, %	Permeabilitatea, mD		
						I pres. norm.	II după o zi	III după 2 zile (la 1 at)
1	3	montmorillonit, caolinit, sericit, clorit	1	nisip argilos slab consolidat	13	152	147	124
2	4	" "	1	"	16	123	90,5	40
3	5	" "	1	"	17	157	128	120
4	7	" "	1	"	14	147	113	101
5	8	" "	1	"	17	173	171	171
6	9	montmorillonit, caolinit, illit, clorit	1	"	18	203	187	185
7	10	" "	1	"	19	169	150	150
8	14	montmorillonit, caolinit, illit	1	"	13,5	15	14	13
9	19	" "	1	"	15,5	171	142	141
10	24	caolinit, montmorillonit, illit, sericit	2	gresie argilo-marnoasă	15	38	21,5	20
11	25	" "	2	"	18	33,5	31	31
12	26	" "	2	"	13,7	27	20,5	20
13	27	" "	2	"	12,7	12	7	7
14	28	caolinit, montmorillonit, clorit, beidelit	2	"	10	3,5	2,7	2,7
15	37	" "	2	"	14,2	87,5	87	87
16	39	" "	2	"	15,5	73,5	71	71
17	40	" "	2	"	13,2	113,5	112	112
18	41	" "	2	"	9	12,5	12,5	12
19	44	" "	2	"	12	18,5	15	15
20	45	" "	2	"	11	9	5	4
21	46	" "	2	"	12	15	11	11
22	47	" "	2	"	23	19,5	11	7
23	48	" "	2	"	13,5	6	6	4
24	49	" "	2	"	12	9	9	8
25	52	" "	2	"	10	16,5	16	16

bachelită s-a produs o schimbare în structura matricei.

La cîteva probe luate din aceeaşi rocă, impregnate cu apă dulce colorată şi apoi uscate şi analizate la microscop în secţiuni subţiri, s-a constatat că, structural, matricea a fost supusă unor schimbări asemănătoare celor observate la probele impregnate cu bachelită, cu deosebirea că argila se grupează de regulă în agregate de diametre mai mari, datorită acţiunii interfaciale ce se creează între particule, ca urmare a modificării naturii fizice a interferenţelor de către apă.

Aceleaşi schimbări structurale ale matricei au fost observate la probele impregnate artificial cu petrol şi apă sărată de zăcămînt.

Observaţiile cu privire la schimbarea structurală a matricei ne-au determinat să tragem concluzia că obturarea canaliculelor de legătură şi a porilor se face mecanic, prin desprinderea hidrodinamică a particulelor şi a agregatelor ce iau parte la alcătuirea matricei.

Valorile din ce în ce mai reduse ale permeabilităţii, obţinute pe aceeaşi probă impregnată de mai multe ori, la diferite presiuni şi intervale de timp (tabela 1), vin în sprijinul concluziilor menţionate. Deci între viteza de scurgere a fluidului prin rocă şi desprinderea particulelor argiloase există un raport direct.

În ceea ce priveşte permeabilitatea, s-a observat că aceasta diferă foarte mult de la o probă la alta din cauza tortuozităţii, a dimensiunilor

diferite pe care le au porii şi canaliculele de legătură dintre pori şi a cantităţii de matrice (fig. 4).

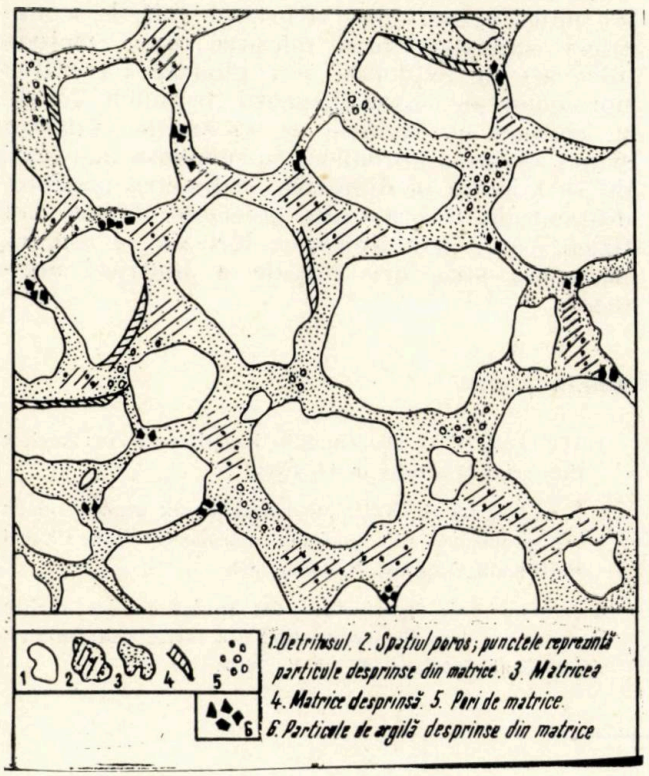


Fig. 3.

a) grupa montmorillonit — caolinit — sericit — clorit şi

b) grupa caolinit — montmorillonit — illit — — sericit.

Cele două minerale argiloase principale, montmorillonitul şi caolinitul, apar totdeauna asociate, dar predomină cînd unul cînd celălalt.

S-a constatat că rocile colectoare a căror matrice este constituită din asociaţia primei grupe de minerale argiloase sînt mai puţin tasate, au porozităţi şi permeabilităţi mai mari şi corespund, ca tip litologic, nisipurilor argiloase uşor consolidate.

Asociaţia de minerale argiloase din grupa a doua caracterizează rocile care au un grad mai înaintat de consistenţă, iar porozităţile şi permeabilităţile mai scăzute. Ele corespund ca tip litologic gresiilor argilo-marnoase, friabile.

Parametrii mineralogo-petrografici ai nisipurilor argiloase şi ai gresiilor argilo-marnoase, friabile, sînt redaţi în tabela 1.

3. Observaţii asupra matricei argiloase

Caracterul eterogen al substanţei argiloase din matricea nisipurilor şi gresiilor amintite caracterizează liantul rocilor slab sortate, depuse într-un bazin cu ape mai puţin adînci, în care sedimentele s-au depus rapid, cu o scurtă durată de trecere a lor prin faza diagenetică, care nu a permis cristalizarea intensă a substanţei argiloase, astfel că aceasta se găseşte în

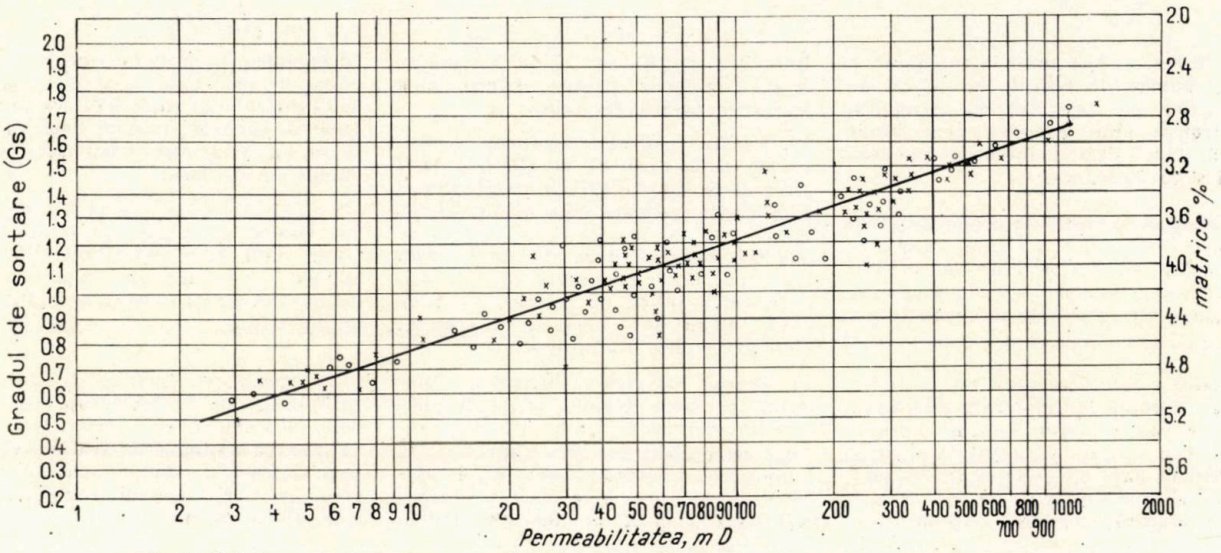


Fig. 4. Relaţia grad de sortare — matrice — permeabilitate pentru colectoarele helveţianului
x — pentru Gs; o — pentru matrice.

2. Minerale argiloase din roci

Din observaţiile efectuate asupra asociaţiilor de minerale argiloase care iau parte la alcătuirea matricei s-a constatat că acestea se pot repartiza la două grupe distincte:

cea mai mare parte a sa sub formă coloidală şi subordonat microcristalină.

Prezenţa argilelor sub formă coloidală a favorizat procesele floculatorii, care, în cazul argilelor montmorillonitice, devin foarte active, fapt demonstrat de matricea nisipurilor şi a

gresiilor argiloase, unde argila se prezintă în agregate ce se desprind uşor din masa matricei. Agregatele nu sînt altceva decît flocule în care mineralele argiloase se atrag electrochimic sau fizic. Din cauza coeficientului redus de tasare a rocii, aceste flocule se desprind cînd sînt antrenate hidrodinamic şi tind să se concentreze în porţiunile gîtuite ale porilor şi ale canaliculelor de legătură, reducînd simţitor secţiunile acestora sau colmatîndu-le definitiv, strangulînd circulaţia fluidelor. Toate acestea sînt deci o urmare a efectului unei acţiuni mecanice şi ele sînt cu atît mai pronunţate, cu cît acţiunile mecanice sînt mai active şi invers.

În practică, în cazul zăcămintelor cantonate în rocile helveţianului, obturarea canaliculelor de legătură dintre pori şi deci reducerea permeabilităţii colectorului sînt dependente de viteza de scurgere a petrolului prin rocă, aceasta la rîndul ei fiind dependentă de presiunea diferenţială. O presiune diferenţială mare va atrage după sine o scurgere rapidă a petrolului prin rocă, ce va antrena un număr mare de particule argiloase, care vor duce la obturarea canaliculelor de legătură şi deci la strangularea circulaţiei fluidelor şi, în final, la perturbaţii în debitele sondelor.

4. Concluzii

Pentru evitarea perturbaţiilor şi asigurarea unui flux continuu în recuperarea petrolului, se indică conservarea structurii iniţiale a matricei argiloase, prin folosirea unor metode adecvate de explorare şi exploatare : evitarea noroaielor ale căror suspensii ar putea flocula în contact cu fluidele de zăcămînt (sau din strat), evitarea noroaielor cu suspensii mai mari de 10 microni în diametru, reducerea presiunii diferenţiale, şi orice alte procedee chimice sau fizice, care, prin aplicarea lor, nu se asigură păstrarea structurii iniţiale a matricei argiloase.

BIBLIOGRAFIE

1. K e l l e r, W. D. Diagenesis in Clay Minerals. În : Review Clays clay Minerals, nr. 11, 1963.
2. K u l b i c k i, G. Utilisation des minereux argileux dans les problèmes des géologie petroliere. Sixth World Petroleum Congres. F/Main, 1963.
3. M i l l o t, G. Signification des études sur les roches argileuses dans l'interprétation des faciés sédimentaire. În: Sedimentology, **8**, nr. 4, 1967.

INFORMAŢII TEHNICO-ECONOMICE

În **U.R.S.S.** a fost dată în funcţiune o nouă rafinărie la Kirishi, la sud-est de Leningrad. Se prevede, de asemenea, construirea unui complex petrochimic prevăzut cu unităţi de producere a polietilenei şi paraxilenului.

În **Trinidad** vor intra în producţie zăcămintele descoperite în largul coastei de est a ţării, cu 7,5 mil.t/an la sfîrşitul anului viitor, ceea ce va dubla producţia actuală a ţării care este de circa 6,5 mil. t/an.

În **Italia** a fost descoperit un zăcămînt de gaze naturale în Calabria în partea cea mai de sud a mării Ioniene. Forajul Luna 1 a întîlnit la 2 000 m diferite straturi de gaze naturale de importanţă comercială confirmate de forajul Luna 2. Se efectuează cercetări suplimentare forîndu-se puţul Luna 3, la 2,5 km în largul Calabriei pentru determinarea rezervelor acestui zăcămînt.

În **S.U.A.** Institutul american pentru petrol raportează că la sfîrşitul lunii septembrie a anului 1971 producţia zilnică a rafinăriilor atingea cifra de 13 103 817 barile ceea ce reprezintă o creştere de 529 944 barile/zi faţă de anul 1970. Dat fiind noile construcţii de rafinării, capacitatea totală de rafinare va fi de circa 13 437 867 barile/zi la sfîrşitul lunii septembrie a acestui an.

În **Grecia**, societatea britanică Constructions John Brown a terminat construcţia unei părţi importante din rafinăria de la Eleusis, cu o capacitate de 1 mil. t/an. Contractul prevede, de asemenea, construirea a 15 rezervoare cu o capacitate globală de 300 000 t/ţiţei.

În **Polonia** capacitatea de rafinare este de circa 10 mil. t/an urmînd să crească la 14 mil. t/an în anul 1975. Pînă în anul 1980 se vor mai construi două rafinării şi se va moderniza combiantul petrochimic de la Plock.

În **Quatar** se va construi o rafinărie la Umm Said cu o capacitate iniţială de 300 000 t/an care va costa 8 000 000 dolari şi va fi dată în funcţiune în toamna anului viitor.

În **Spania** se forează 5 puţuri la zăcămîntul de la Amposta în largul deltei Ebrului. Aceste puţuri vor începe să producă la sfîrşitul acestui an 2 000 000 t/an. Conform datelor ministerului industriei, rezervele acestui zăcămînt ar fi evaluate la 40 mil. t.

Aspecte noi în tehnica de investigare geofizică cu trasori radioactivi *

Gh. Peteu şi N. Caliniac

În industria petroliferă din R.S.R., tehnica de investigare cu ajutorul trasorilor radioctivi a intrat în practica uzuală a rezolvării diferitelor probleme legate de cercetarea şi punerea în valoare a zăcămintelor de ţiţei şi gaze.

Procedeele radiometrice folosind atomi marcaţi ca trasori au dovedit multiple aplicaţii în studiul stării tehnice a sondelor şi controlul desfăşurării diferitelor procese tehnologice pe parcursul forajului, extracţiei, recuperării secundare etc., în condiţii în care alte procedee ar fi fost mai puţin eficiente, mai neeconomice şi mai greu de aplicat.

Utilitatea operaţiilor cu trasori radioactivi se materializează în dezvoltarea continuă a acestei tehnici de investigare, conducînd la generalizarea a numeroase tipuri de operaţii — în prezent gama de sortimente curent aplicată cuprinzînd peste 20 de genuri de operaţii (tabela 1).

TABELA 1

Nomenclator cuprinzînd operaţiile radiometrice cu trasori radioactivi

1.1. Detectarea locului de pierdere a noroiului în strat (în foraj)
1.2. Verificarea etanşeităţii coloanelor
1.3. Detectarea spărturilor din coloane
1.4. Detectarea zonelor neetanşe din spatele coloanelor
1.5. Determinarea comunicaţiei cu intervalele perforate
1.6. Determinarea comunicaţiei dintre orizonturile de gaz-metan
1.7. Detectarea locului perforaturilor din coloană
1.8. Verificarea etanşării pakerelor
2.1. Controlul cimentării coloanelor (cimentare primară)
2.2. Controlul cimentării sub presiune
2.3. Verificarea etanşeităţii dopurilor de ciment
3.1. Determinarea receptivităţii relative a stratelor
3.2. Controlul acidizării în strat
3.3. Controlul tratamentului cu substanţe tensioactive
3.4. Controlul injecţiei de nisip în strat
3.5. Controlul fisurării hidraulice
3.6. Controlul injecţiei de apă în strat
3.7. Determinarea profilului de receptivitate în tratamentul cu substanţe tensioactive marcate
4.1. Determinarea conţinutului stratelor dintr-un complex cu ajutorul substanţelor chimic-active marcate
4.2. Determinarea conţinutului stratelor dintr-un complex cu ajutorul ţiţeiului şi (sau) apei marcate
5.1. Controlul acţiunii inhibitorilor marcaţi asupra echipamentului de fund al sondelor în pompaj
5.2. Controlul dezemulsionării ţiţeiului cu substanţe tensioactive marcate
6.1. Studiul circulaţiei lichidelor în subteran

* Prezentată la „Cel de-al 4-lea Simpozion de geofizică industrială".

În vederea creşterii aplicabilităţii procedeelor radiometrice cu trasori radioactivi la sonde şi a eficienţei acestor procedee s-au întreprins studii şi cercetări de laborator pe modele de strat şi experimentări la sonde în condiţii specifice.

În aceeaşi ordine de idei, apare problema asigurării condiţiilor de desfăşurare a lucrării, adecvate situaţiei sondelor şi scopului operaţiilor.

Cîmpul larg de aplicaţii al investigărilor cu trasori radioactivi în industria petrolieră a condus la apariţia unor aspecte particulare, care au determinat adaptarea corespunzătoare a tehnicilor de investigare.

Lucrarea îşi propune să prezinte unele aspecte particulare ale operaţiilor cu trasori radioactivi, scoţînd în evidenţă în acelaşi timp modul de rezolvare a problemelor ivite.

1. Consideraţii asupra trasorului radioactiv ideal

Discutînd despre eficienţa operaţiilor cu trasori radioactivi, trebuie să se aibă în vedere condiţiile de investigare în sonde, în care are loc un proces complex şi complicat de interacţiune între trasorii radioactivi şi mediul investigat, constituit din : găurile de sondă netubate sau tubate cu burlane necimentate sau cimentate, strate conţinînd roci de compoziţie chimico-litologică diversă cu porozitate şi permeabilitate variată, fluide de zăcămînt cu compoziţia chimică diferită.

Studiile şi cercetările întreprinse în ultima perioadă pe modele de strate, experimentările la sonde, precum şi analiza diagrafiei rezultată din operaţiile efectuate în diverse condiţii practice au permis aprofundarea acestui proces de interacţiune manifestat prin :

— adsorbţia ionilor elementelor radioactive la suprafaţa granulelor de rocă, la ciment, coloană şi ţevi de extracţie, cu menţiunea că prezenţa parafinei şi a ruginei depuse pe metale, favorizează procesul ;

— schimbul izotopic produs între ionii atomilor radioactivi din soluţie şi ionii aparţinînd particulelor de rocă, ciment, apă de zăcămînt ;

— desorbţia-eluţia ocazionată în tehnologia uzuală a operaţiilor în care se folosesc lichide de spălare a puţului sondei (apă, apă sărată soluţii acide).

În tabela 2 se prezintă o imagine sintetică a constatărilor, privind comportarea nuclizilor radioactivi în ceea ce priveşte retenţia pe diferite tipuri de roci, metal, schimbători de ioni, precum şi la eluţie în cazul apei, apei sărate, soluţiei acide şi ţiţeiului.

TABELA 2

Izotopul radioactiv	Comportarea la retenţie (absorbţie + schimb ionic)							Comportarea la eluţie			
	Roci				Burlan						
	Nisip	Calcar	Marnă	Ciment	Fier	Oxidat	Parafină	Schimb ionic	Apă	Soluţie 5% HCl	Ţiţei
Sodiu 24	S	fs	S	S	S	fs	S	m	b	fb	m
Crom 51	S	fs	S	S	fs	fs	fs	m	b	fb	b
Cobalt 60	m	S	b	m	S	m	m	b	m	fb	s
Zinc 65	S	fs	s	S	S	m	m	b	m	fb	s
Brom 82	S	S	S	S	S	S	S	b	b	fb	m
Zirconiu 95	fb	fs	S	fs	S	S	S	S	b	fb	b
Argint 110	fb	fb	b	fb	fb	fb	fb	fb	S	b	fs
Iod 131	S	fs	S	S	S	S	S	m	b	fb	b
Wolfram 185	m	S	S	S	S	S	S	b	b	fb	m

S — slabă, m — medie, b — bună f.b (f.s) — foarte bună (slabă)

Se constată o retenţie foarte bună a argintului 110, completată evident de o eluţie redusă. Aceasta îl indică net avantajos în operaţiile de cimentare, fisurare hidraulică etc., operaţii în care trasorul trebuie să-şi „materializeze" cît mai bine traseul parcurs şi poziţia în zona investigată. În schimb sodiul 24, cromul 51 şi zincul 65 au o retenţie redusă, determinînd utilizarea acestora, în general, în operaţiile de control al stării tehnice a sondelor.

Un alt element determinant în operaţiile cu trasori radioactivi îl constituie receptivitatea zonei cercetate. Principiile operaţiilor cu trasori radioactivi au la bază prezenţa în mediul cercetat a izotopilor radioactivi pătrunşi în zona investigată. Reuşita operaţiei este legată de necesitatea existenţei unei cantităţi minim — detectabile de trasori radioactivi în zona cercetată.

Legat de aceasta, se vor analiza cazurile limită în care zonele investigate prezintă o receptivitate foarte mare şi respectiv foarte mică, pentru lichidele aferente operaţiilor cu trasori.

În condiţiile unei receptivităţi mari pot interveni mai multe cauze, fiecare dintre ele constituind impedimente în realizarea eficienţei dorite, şi anume : receptivitatea bună a stratului are drept consecinţă îndepărtarea soluţiei marcate faţă de gaura de sondă, dincolo de posibilitatea de detectare (raza de acţiune a aparaturii radiometrice de sondă este de 40—50 cm), în special în urma operaţiei de spălare.

În aceste condiţii, nu este posibilă evidenţierea comunicaţiei intervalelor receptive cu zonele adiacente, trasorul pătrunzînd preferenţial în mediul care opune rezistenţa minimă la vehicularea lichidelor.

În condiţiile unei receptivităţi foarte reduse, în care nu se poate asigura pătrunderea în zona cercetată a unei cantităţi minime, de 600—800 l lichid marcat radioactiv, rezultatele devin desigur incerte. Asemenea situaţii au apărut în cazul determinării locurilor de neetanşeitate din coloanele tubate sau al operaţiilor în care se urmăreşte punerea în evidenţă a comunicaţiei stratelor deschise cu zonele adiacente avînd receptivitate redusă.

În situaţia pătrunderii unei cantităţi foarte mici de trasori în zona cercetată, este posibilă desorbţia acestora din zona de pătrundere şi revenirea în apropierea coloanei, de unde pot fi antrenaţi de către lichidul de spălare şi apoi evacuaţi din sondă, fapt pus în evidenţă cu ocazia multor operaţii.

2. Conceptul de activitate minimă-optimă

În calculul activităţii minime a radioizotopilor folosiţi concură următoarele elemente :

2.1. *Constanta de ionizare a radiomulidului*, practic proporţională cu semnalul determinat pentru activitate în condiţii identice. Valorile acestuia sînt date în tabela 3. Acest element trebuie avut în vedere la stabilirea cantităţii optime de radioizotopi necesară operaţiei.

2.2. *Volumul marcat radioactiv*. În accepţiunea actuală se consideră că activitatea specifică convenabilă operaţiilor cu trasori radioactivi la sonde este de *1 m Ci Zinc—65 per m³ fluid*. Marcarea cu o cantitate sporită de radioizotopi, cu intenţia de a mări gradul de siguranţă în reuşita operaţiei, este ineficace şi, în plus, duce la creşterea concentraţiei radioactive a fluidelor de spălare, aspect nedorit, date fiind normele de securitate şi protecţie a muncii.

Volumul marcat radioactiv, în condiţii normale, este în funcţie de intervalul de strate deschise şi de porozitatea — permeabilitatea — mediului afectat investigării.

Pe baza încercărilor pe modele de strate şi a lucrărilor experimentale la sonde, s-a putut crea o imagine asupra relaţiilor de dependenţă în cadrul elementelor din lanţul tehnologic : intervalul deschis—receptivitatea zonei investigate — volumul de lichid marcat — activitatea lichidului marcat.

Volumul şi activitatea trasorului radioactiv ce se consideră că pot asigura un semnal corespunzător în condiţii normale de investigare sînt date în tabela 3.

Pentru volumul sub 1 m³, apare necesară reducerea cantităţii sub 1 mCi.

2.3. *Timpul de înjumătăţire al radionuclidului*. Pentru izotopii cu viaţă scurtă, cantitatea trebuie evident mărită, conform factorului de multiplicare din tabela 3.

TABELA 3

Izotopul	Const. ioniz., R/h	Echiv. mCiZn^{65}	$T_{1/2}$	Factor multiplic	Volum lichid/m perf.		
					4 m	4—15 m	15 m
Sodiu 24	19	0,25	15 h	10			
Crom 51	0,18	5	28 z	1			
Zinc 65	2,83	1	245 z	1		200—250	100—150 l/m
Brom 82	15,5	0,25	36 h	5	1 000 l soluție	l/m perforaturi,	perforat.
Zirconiu 95	8,6	0,5	65 z	1	contaminată	respectiv între	respectiv între
Argint 110	15,4	0,25	253 z	1		1000 și 3 000 l	3000 și 5000 l
Iod 131	2,3	1,5	8 z	2			
Wolfram 185	0,01	—	73 z	1			

2.4. *Locul de plasare a pachetului marcat.* Pentru receptivități normale, în cazul în care pachetul are ca poziție de plasare zona imediată din spatele coloanei (cimentare, spărtură cu pierdere redusă de fluid etc.), cantitatea de radioizotopi poate fi considerabil redusă. Dimpotrivă, pentru zone foarte receptive, cantitatea de radioizotopi trebuie mărită, preferîndu-se trasori sub formă granulară.

2.5. La cele arătate se adaugă condițiile de spălare a puțului, care impun :

— eliminarea (evacuarea) integrală a trasorului radioactiv din gaura de sondă, astfel încît semnalul înregistrat în diagrafie să fie datorat exclusiv trasorului pătruns în zona investigată ;

— spălarea puțului sondei în circulație inversă circulației trasorului și în măsură suficient de abundentă ;

— adăugarea de soluție acidă (HCl 2 %) în lichidul de spălare, în situațiile în care există tendința de reținere a radioelementului pe suprafața metalică.

3. Adaptări tehnologice în scopul efectuării operațiilor cu trasori radioactivi în condiții speciale

În unele cazuri operațiile cu trasori radioactivi trebuie să se desfășoare în condiții speciale, impuse de caracteristicile stratelor de investigat, de situația tehnică a găurii, de natura informațiilor ce trebuie obținute etc.

În asemenea situații se impune cu strictă necesitate adaptarea unor tehnologii de desfășurare a operațiilor cu trasori radioactivi care să țină seamă de condițiile speciale în care se găsesc sondele.

În cele ce urmează vor fi prezentate unele aspecte ilustrînd modul de rezolvare a problemelor impuse de condițiile tehnice speciale ale sondelor investigate.

a. Un prim aspect se referă la situația *zonelor cu strate foarte poros-permeabile*, la a căror investigare se întîmpină dificultăți în punerea în evidență a trasorilor radioactivi datorită pătruderii laterale foarte largi a acestora, în stratul cercetat, împiedicînd astfel interceptarea lor de către detector.

În scopul înlăturării acestor dificultăți s-a trecut, în urma unor studii și experimentări de laborator, la introducerea unei tehnologii noi de lucru, avînd la bază utilizarea ca trasori a rășinilor schimbătoare de ioni marcate radioactiv (sub formă de perle cu o granulație de 0,1—2 mm). Trasorul radioactiv, reținut pe suprafața granulelor de rășină, prezintă avantajul de a rămîne în zona din apropierea găurii de sondă, asigurînd astfel condițiile de detectare.

Folosirea trasorilor în această formă are și avantajul de a reduce contaminarea radioactivă a coloanei și a tubingului.

De asemenea, efectul de desorbție a trasorului radioactiv pe rocă datorită curgerii laptelui de ciment este redus substanțial, includzîndu-l în rășina schimbătoare de ioni.

b. În anumite situații tehnice ale sondelor, *investigarea cu trasori radioactivi-clasică a fost astfel adaptată, încît să se poată desfășura în condiții dinamice.*

Investigarea în condiții dinamice poate fi realizată prin două tehnici de lucru :

— Una dintre acestea constă în adaptarea la gura puțului a unei presetupe care să asigure închiderea etanșă pe cablul de lansare a aparaturii în sondă. În acest mod, investigările se pot face continuu, menținînd sonda în condiții dinamice. Tehnologia are ca inconveniente acțiunea stobucșei asupra semnelor de pe cablu și o anumită limită de presiune în funcție de performanțele stobucșei.

— Cealaltă tehnică de lucru constă în introducerea la puț a unui tubing cu diametrul minim de 2½" (pentru a se putea introduce prin interior electroda de carotaj radioactiv cu diametrul redus), închis la bază. Trasorul radioactiv este vehiculat în acest caz prin spatele tubingului. Tehnologia se aplică cu deosebit succes la detectarea spărturilor de coloană sau a zonelor de pierdere a fluidelor în strat, în situațiile în care sondele prezintă receptivități foarte mari, respectiv nivelul hidrostatic al fluidelor de sondă foarte scăzut.

Se menționează că în această tehnologie cantitatea de fluid contaminată se reduce la 50—200 l, iar activitatea scade sub 1 mCi.

O tehnologie asemănătoare este necesar să fie adaptată în cazul investigării cu trasori radioactivi de viață scurtă (Na^{24}, Br^{82}, I^{131}).

Pentru mărirea siguranței rezultatelor și pentru scurtarea timpului de investigare (limitat datorită dezintegrării rapide a radioizotopului) se introduc trei sau patru pachete marcate, distanțate convenabil în spațiul inelar. Se înregistrează poziția acestora și se presează. Modul de deplasare a pachetelor în urma controlului indică tehnica de lucru în continuare.

Studiul unor procese din sondă (coroziunea, de exemplu) implică, alături de investigarea obișnuită în sondă prin diagrafie gama de referință și control, și un program de investigare la suprafață, prin detectarea conținutului de trasori în fluidul extras la anumite momente de interes pentru desfășurarea lucrării.

Această tehnologie creează posibilitatea folosirii mai multor trasori radioactivi, decelarea lor fiind posibilă prin analiza spectrometrică a energiei radiației gamma a acestora.

c. În scopul determinării continue a densității fluidului din gaura de sondă, atît în condiții statice, cît și dinamice, a fost realizat un densimetru radiometric de sondă, cu domeniul de 0,8—2 g/cm³ și sensibilitate 0,03 g/cm³, în jurul valorii 1 g/cm³.

Aparatul are în componența sa o sursă de radiații gamma Co^{60} ecranată cu ajutorul unui colimator cilindric, un spațiu de circulație a fluidului investigat și partea de detecție constituită din contorul G. M. dispus axial și ecranat lateral și sursa de alimentare cu I.I.S partea electronică de prelucrare a semnalului (fig. 1).

Diametrul exterior al aparatului fiind de 48 mm permite introducerea lui prin tubing de 2 1/2", putînd fi utilizat atît în cazul tehnicilor de lucru clasice, în condiții statice, cît și al celor adaptate pentru condiții dinamice.

Aparatul poate fi folosit în practica petrolieră în diferite scopuri, ca, de exemplu, în vederea obținerii de informații asupra stării tehnice a sondelor netubate sau tubate (zonă de pierdere, spărtură de coloană) prin introducerea unui dop de fluid de densitate cu 10—15 % mai mare decît a aceluia de la puț și urmărirea acestuia în gaura de sondă.

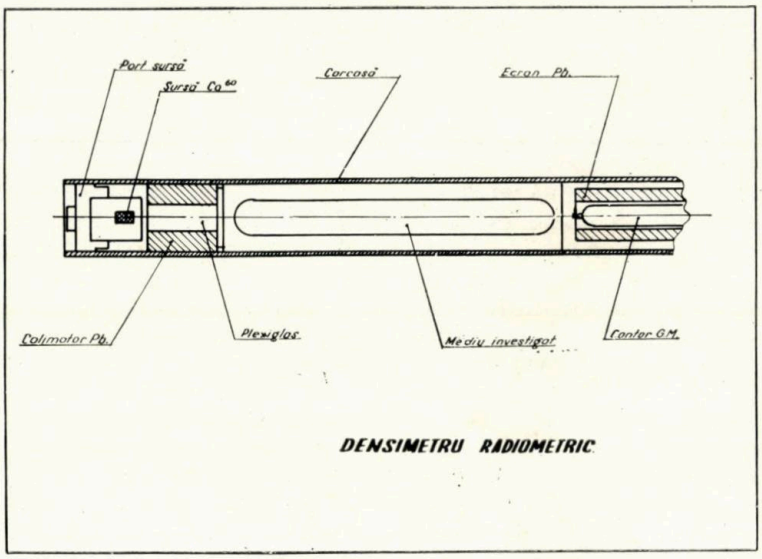


Fig. 1.

Se substituie astfel trasorul radioactiv lichid însoțit de toate inconvenientele legate de protecție, contaminare, reziduuri radioactive etc.

De asemenea, aparatul permite investigarea contactului țiței-apă din coloană și dinamica acestuia la sondele în exploatare.

4. Operații cu tehnologii speciale

Investigarea în condiții dinamice s-a aplicat în diferite situații, atît în varianta cu țevile de extracție înfundate, cît și în varianta cu presetupă la țevile de extracție.

Această tehnică a permis realizarea în regim continuu a controlului operațiilor de tratare cu substanțe tensioactive, a fisurării hidraulice, investigarea naturii fluidului din strat cu ajutorul iodbenzenului marcat radioactiv. De menționat că tehnica de lucru a dat posibilitate să se urmărească prezența trasorului nu numai în timpul injecției în strat, dar și pe parcursul producției, după repunerea în producție a sondei.

În cele ce urmează se vor prezenta două exemple ilustrînd aplicarea tehnicii descrise, în domenii diferite.

a) Prima exemplificare se referă la controlul tratamentului cu substanțe tensioactive, operația desfășurîndu-se în varianta cu stobucșă adaptată la țevile de extracție.

În programul tehnologic al operației s-a inclus folosirea cantității de 3 000 l soluție

tensioactivă RAG—90 marcată cu 3 mCi Zn^{65}, operaţia desfăşurîndu-se în două etape (fig. 2) :

— efectuarea carotajului gamma de referinţă şi injecţia în strat a substanţei tensioactive, al procesului (în condiţii dinamice). În prima etapă a operaţiei se înregistrează astfel o suită de profile gamma de control CG_2—CG_n, care prezintă principalele momente ale procesului de pătrundere în strat a dezemulsionantului,

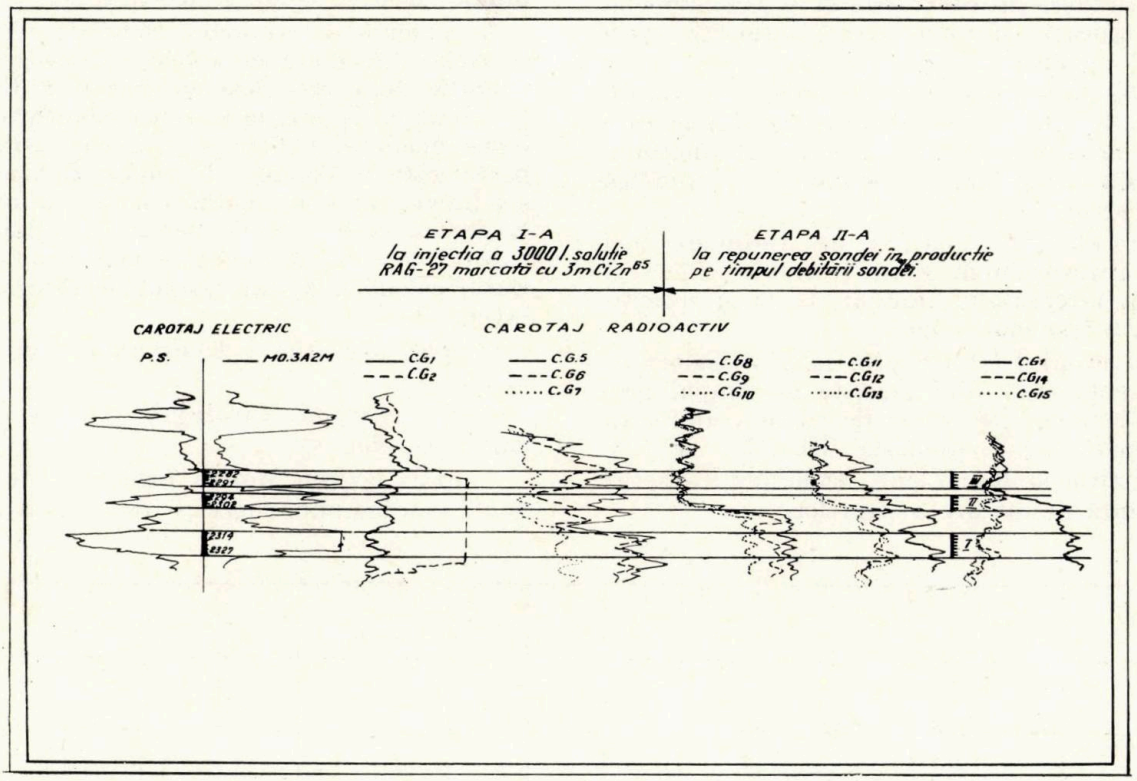


Fig. 2.

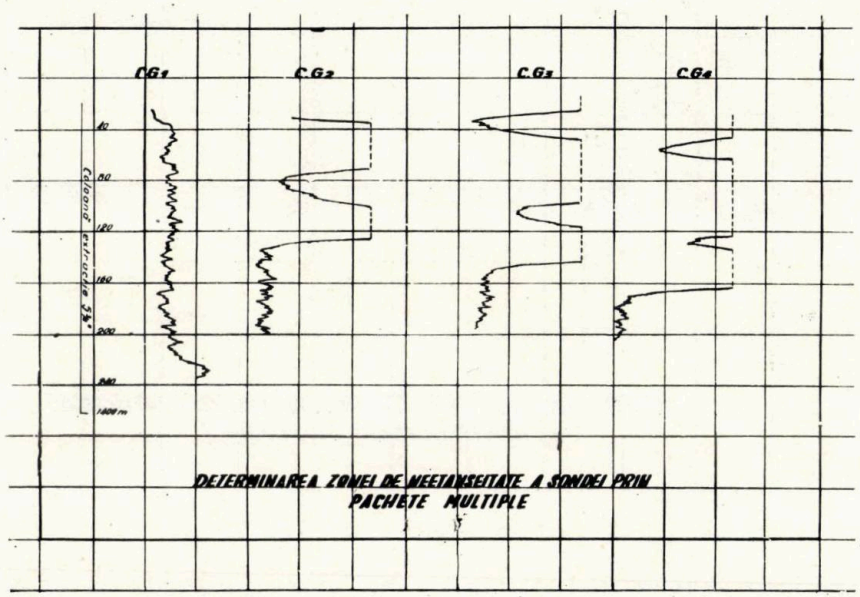


Fig. 3.

cu controlul radiometric al pătrunderii acesteia în strat ;

— evacuarea trasorului din strat la repunerea sondei în producţie, cu controlul radiometric pe marginea căruia se remarcă (fig.2 *I*—a) :

— menţinerea amplitudinii de radioactivitate crescută la sfîrşitul pompării în partea inferioară a intervalului marcat cu I, precizîn-

dus-se astfel că această zonă este mai puțin receptivă;

— existența comunicației intervalului I cu zona dinspre oglinda de ciment din coloană;

— profilele CG_5, CG_6 și CG_7 ilustrează modul de pătrundere în intervalele II și III, indicînd o comunicație și între aceste intervale, prin spatele coloanei.

În cea de-a doua etapă, profilele de control CG_8—CG_{15} informează asupra modului în care are loc desorbția din strat a dezemulsionatului. Diagrafia aferentă acestei etape (fig. 2 b) indică următoarele:

— se observă tendința de apropiere mai rapidă a trasorului de gaura de sondă, îndeosebi în zona intervalului inferior, unde și receptivitatea a fost mai bună;

— în dreptul intervalului inferior (notat cu I) prezența trasorului persistă pe timpul producției sondei, ceea ce verifică și constatarea că în această zonă circulația lichidelor se face într-un ritm mult mai lent, remarcîndu-se astfel o tendință de blocare a stratelor.

care se află un gol de dizolvare. La puț se află apă sărată. În timpul exploatării sării s-a observat apariția în mină și la suprafață a fluidului folosit în procesul de extracție (motorină), indicînd prin aceasta existența unei comunicații între sondă și aceste zone.

În vederea determinării zonei de pierderi a fluidului din gaura de sondă, s-a programat o operație de investigare cu trasori radioactivi. S-a avut în vedere necesitatea adaptării tehnologiei operației pentru a se avea posibilitatea investigării în condiții dinamice. În acest scop s-a prevăzut să se închidă coloana de extracție la partea sa inferioară, pentru ca aparatul de carotaj gamma să poată fi manevrat în interiorul coloanei, în tot timpul desfășurării operației.

Tehnica operației a decurs după cum urmează:

— s-a efectuat carotajul gamma de referință CG_1 (fig. 3);

— prin spațiul dintre coloanele de 53/4 și 85/8″ s-au introdus succesiv trei pachete de 200 l

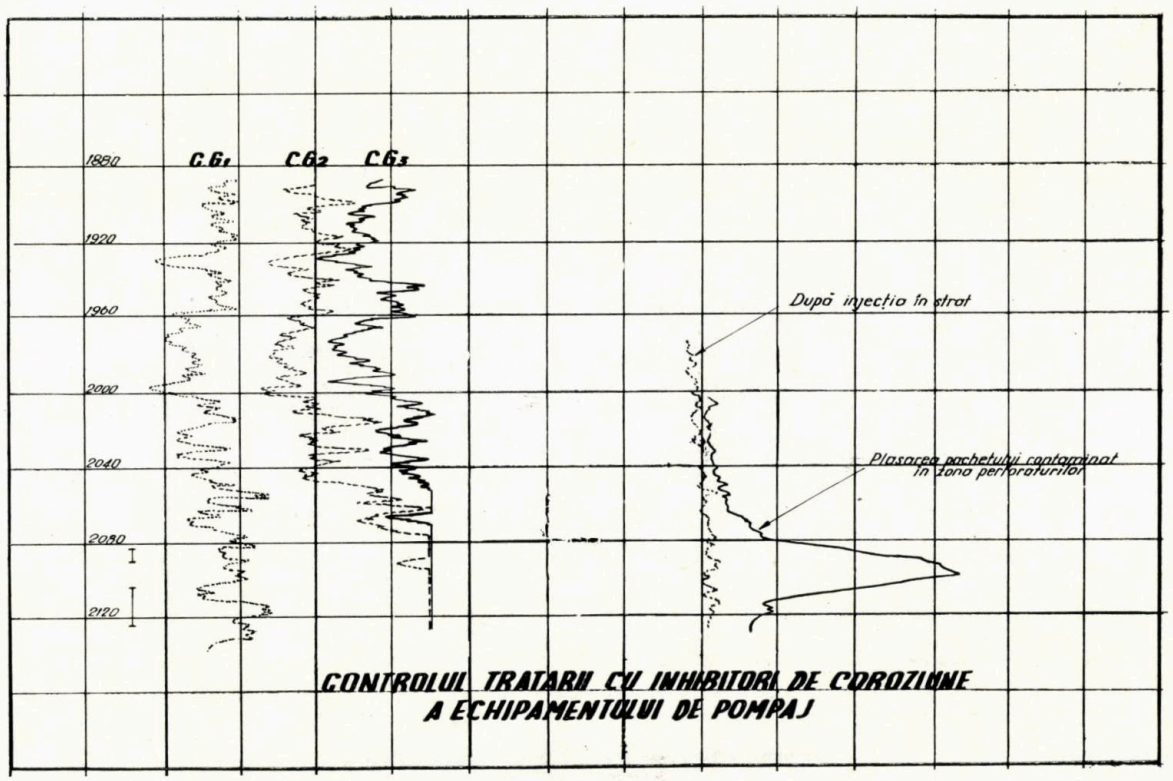


Fig. 4.

b) A doua exemplificare se referă la varianta cu țevile de extracție înfundate.

Sonda are coloana tehnică de 135/8″cimentată la 748,5 m coloană de exploatare de 85/8″ la 1 723,3 m și coloană de extracție mobilă de 55/8″ la 1 400 m. Gaura de sondă a fost săpată cu diametrul mediu 350 m pînă la 1 750 m, sub

apă sărată, marcată cu 15 mCi Na^{24}, separate prin cîte 200 l apă sărată nemarcat;

— s-a procedat apoi la presarea lichidului din coloană, urmărindu-se deplasarea trasorului radioactiv, înregistrîndu-se astfel mai multe profile gamma de control (fig. 3).

Diagrafia gamma pune în evidenţă cu claritate avansarea pachetelor. O presare cu 600 l (corespunzători la 15 m), efectuată după CG—3, indică alunecarea completului de pachete cu circa 15 m (CG—4), fapt ce arată că fisura (locul de pierdere) se află sub 200 m.

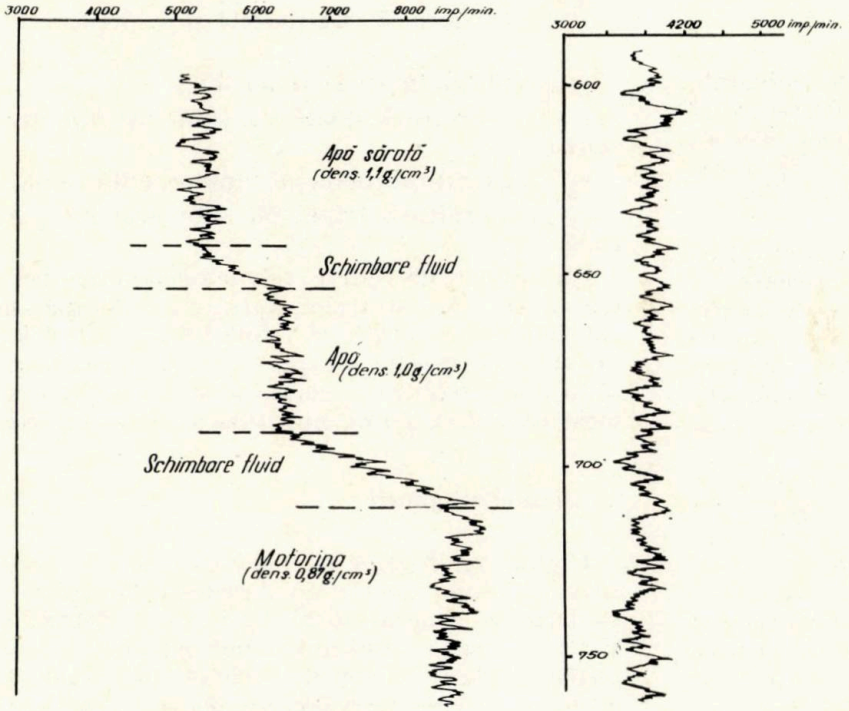


Fig. 5

Trebuie remarcate următoarele fenomene:
— dispersarea pachetelor iniţiale în fluidul din sondă a dus la lungirea în general a pachetului de la 5 m la 40—45 m, fapt de care s-a ţinut seama ulterior (s-au marcat 401, corespunzător la 1 m, obţinînd un pachet de 10—15 m lungime). În această întindere o contribuţie importantă o are şi sistemul de marcare la suprafaţă a pachetelor de fluid;
— timpul de înjumătăţire scurt (15 h) determină modificarea rapidă a amplitudinii semnalului între două înregistrări, fapt de care trebuie să se ţină seama la interpretare.

c) Un gen de operaţie care a necesitat măsurători complexe, în sondă şi la suprafaţă, o constituie urmărirea prezenţei substanţei inhibitoare de coroziune în procesul de tratare împotriva coroziunii.

Ţinînd seama de tehnologia operaţiei de tratare care prevede injecţia în strat a soluţiei de inhibitor, s-a considerat raţional ca tehnica de investigare să prevadă determinarea prezenţei inhibitorului în gaura de sondă imediat după injecţie şi apoi după ce sonda produce, în fluidul extras, pe echipamentul de fund, coloană şi tubing. În acest sens programul de investigare a cuprins operaţiile următoare:
— carotaj gamma de referinţă (CG—1) (fig. 4);
— marcarea inhibitorului cu 4 mCi Zn^{65} la 3 000 l soluţie;
— carotaj gamma de control (CG—2) imediat după injectie şi cu ocazia extragerii pompei (CG—3), şi program de investigare la suprafaţă; — detectarea trasorului (la apariţia acestuia la suprafaţă) în fluidul extras, pe întregul traseu de la sondă la parcul de rezervoare;
— determinări radiometrice sistematice pe eşantioane prelevate din fluidul extras la intervale de timp prevăzute.

Operaţia a permis obţinerea de informaţii asupra distribuţiei inhibitorului de coroziune în spaţiu şi timp.

Determinările radiometrice pe eşantioane prelevate din fluidul extras indică prezenţa inhibitorului marcat şi variaţia acestuia în perioada de exploatare a sondei.

Din experimentările efectuate cu densimetrul radiometric sînt prezentate înregistrări de calibrare la stand referitoare la densitate de 0,85, 1,0, 1,1, precum şi o înregistrare experimentală pentru mediul constant de 1,2 g/cm³ la sondă (fig. 5).

5. Concluzii şi propuneri

În textul lucrării au fost prezentate unele aspecte ale problemelor legate de eficienţa operaţiilor cu trasori radioactivi la sonde.

Au fost scoase în evidenţă preocupările existente pentru cunoaşterea mai apropiată de realitate a factorilor care influenţează reuşita operaţiilor şi pentru îmbunătăţirea tehnicii şi a tehnologiei operaţiilor în vederea creşterii eficienţei lor.

Studiile şi cercetările efectuate în laborator, urmate de experimentări în condiţii de sonde, au permis, pe de o parte, adaptarea corespunzătoare a tehnologiei operaţiilor cu trasori radioactivi iar, pe de altă parte, folosirea raţională a izotopilor radioactivi în funcţie de condiţiile de investigare şi de problemele urmărite.

Astfel, adaptarea tehnicii de investigare, prin urmărirea continuă a prezenţei trasorului în zona investigată în timpul desfăşurării operaţiei, aduce o îmbunătăţire considerabilă a eficienţei operaţiilor. De asemenea introducerea dimensimetrului radiometric pentru fluide din gaura de sondă va fi de real folos în practica petrolieră.

Aspecte tehnologice ale forajului sondelor de diametru mare

Al. Rădulescu, B. Gerstenfeld şi S. Ştefan

Deschiderea de noi zăcăminte de minerale utile, sporirea producţiei celor existente şi creşterea adîncimii zăcămintelor probabile au impus înlocuirea metodelor clasice de escavaţii miniere prin altele noi, de productivitate şi eficienţă sporită.

Forajul găurilor de mare diametru, aplicat cu succes pe plan mondial în ultimul deceniu, în vederea realizării de puţuri miniere de acces, transport şi aeraj, prin lucrări de foraj, a condus la sporirea vitezei de săpare de trei pînă la cinci ori, în special în regiunile în care condiţiile hidro-geologice au îngreunat sau au împiedicat folosirea metodelor miniere clasice.

Trebuie menţionat faptul că forajul găurilor de mare diametru, aşa cum este cunoscut azi în S.U.A., s-a dezvoltat începînd din anul 1960, ca urmare a enormelor fonduri puse la dispoziţie de AEC (Comisia Energiei Atomice), care avea nevoie de găuri mari de sondă pentru experienţele sale nucleare subterane, pentru îngroparea deşeurilor radioactive şi construirea de silozuri subterane pentru rachete.

În cele ce urmează se vor prezenta unele aspecte ale tehnologiei forajului de mare diametru în regiuni în care se traversează şi strate purtătoare de apă.

1. Metode de foraj

Metodele uzuale de săpare a găurilor miniere de mare adîncime diferă în funcţie de modalitatea de dislocare a rocii, de realizarea diametrului final şi de îndepărtarea detritusului între ele fiind posibile diferite combinaţii.

Din punctul de vedere al realizării diametrului final, se cunosc :

I. forajul prin lărgiri succesive pînă la diametrul final ;

II. forajul într-o singură treaptă la diametrul final.

Dislocarea rocii se poate realiza prin :

1. metode miniere (costisitoare, riscante şi de lungă durată) ;

2. forajul cu turbină (care necesită debite şi presiuni prohibitive de circulaţie) ;

3. forajul prin carotare (prezentînd dificultăţi în tăierea şi manipularea carotelor) ;

4. forajul cu masa rotativă (uzual şi economic în stadiul actual).

Îndepărtarea detritusului de la talpa sondei se poate realiza prin :

a. circulaţie directă cu lichid sau aer ;

b. circulaţie inversă cu absorbţie ;

c. circulaţie inversă cu aer-lift ;

c_1. cu garnitură dublă cu submergenţă parţială ;

c_2. cu garnitură dublă cu submergenţă totală ;

c_3 cu garnitură triplă cu submergenţă parţială.

Din punct de vedere tehnico-economic, pentru traversarea stratelor purtătoare de apă, se consideră avantajoasă folosirea metodelor II—4—c, respectiv forajul într-o singură treaptă la diametrul final, cu masă rotativă şi circulaţie inversă cu aer cu garnitură dublă sau triplă.

2. Diametrul găurii

Diametrul interior al coloanelor de oţel ce se tubează — în funcţie de destinaţia puţului — variază în general între 1 şi 5 m. Pentru a putea suporta presiunea hidrostatică ce ar putea apărea în spatele coloanelor, chiar în cazul unor cimentări considerate reuşite, acestea sînt armate cu cintre exterioare de rigidizare, distanţate la 1—3 m de-a lungul coloanei. Grosimea acestor cintre variază de la 50 la 250 mm, ceea ce conduce la o mărire substanţială a diametrului exterior al coloanelor în raport cu diametrul lor interior.

La stabilirea diametrului găurii va trebui deci să se ţină seama de acestea, pe lîngă faptul că trebuie avute în vedere :

— adîncimea puţului ;

— gradul de consolidare a stratelor ce urmează a fi traversate ;

— conţinutul de fluide din strate ;

— rigiditatea coloanei (proporţională cu diametrul la puterea a patra).

Pentru coloane pînă la 110 in diametru interior, T.B. Dellinger (S.U.A) propune diametre de gaură conform diagramei din figura 1.

Întrucît această diagramă nu rezolvă problema coloanelor, avînd diametrul interior mai mare de circa 2,8 m, în figura 2 s-au înscris diametrele interioare ale coloanelor tubate în funcţie de jocul dintre diametrul găurii şi cel interior al coloanei, pentru puţuri săpate în S.U.A. şi R.D.G. După cum se observă, varietatea jocurilor nu permite stabilirea unor relaţii precise între diametrul interior al coloanelor şi cel al găurilor.

Pentru aceste motive se consideră utilă și acoperitoare propunerea firmei Loffland din S.U.A., și anume :

Adîncimea puțului	*Diametrul găurii*
0— 300 m	= 1,25 × D_{ext} al coloanei
300— 750 m	= 1,30 × D_{ext} al coloanei
750—1 700 m	= 1,35 × D_{ext} al coloanei

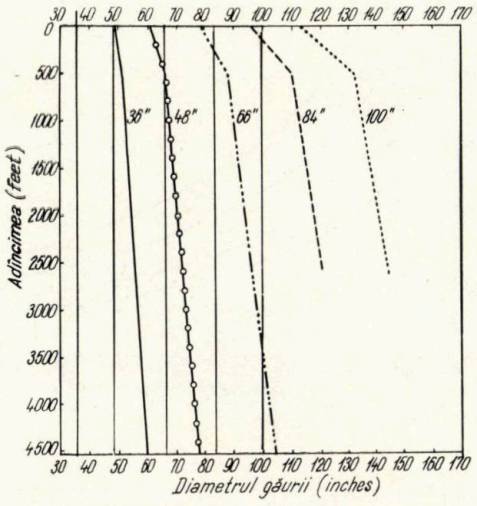


Fig. 1. Diametrul interior al burlanului : – 36"; – o – o – 48"; –·–·– 66"; – – 84"; ···· 100".

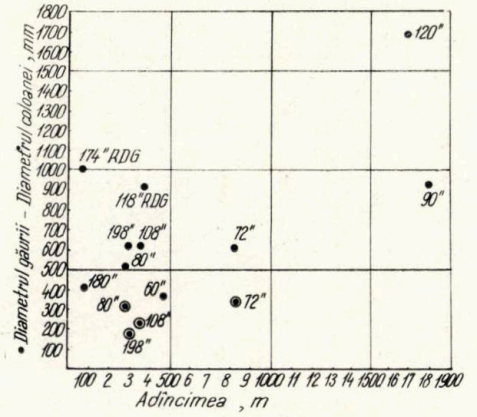


Fig. 2. • —jocul fără cintre ; o — jocul inclusiv cintre.

3. Regimul de foraj

Pentru metoda de foraj cea mai ușoară, aleasă mai sus (II—4—c), în cadrul regimului de foraj — funcție și de echipamentele disponibile — trebuie analizate în primul rînd turația sapei, momentele de torsiune, apăsările pe sapă, spălarea și evacuarea rocii forate.

3.1. *Turația sapei*

Pentru găurile forate cu diametre mari, vitezele periferice ridicate ale rolelor exterioare de la sapă și cuplul mare dezvoltat la masa rotativă limitează turația sapei, respectiv turația mesei rotative.

Pentru determinarea turației la masa rotativă (n), M o r l a n E.A. recomandă următoarea relație empirică :

$$n = \frac{1\,440}{D} \text{ rot./min},$$

în care D este diametrul sapei, inches.

Această relație rezultă din admiterea unei viteze periferice de circa 75 in/s (1,90 m/s).

Pe baza relației de sus, s-a construit diagrama din figura 3, din care se poate determina turația sapei în funcție de diametrul acesteia. Turațiile rezultate pot fi coborîte sub aceste valori, dar nu este indicat a fi depășite.

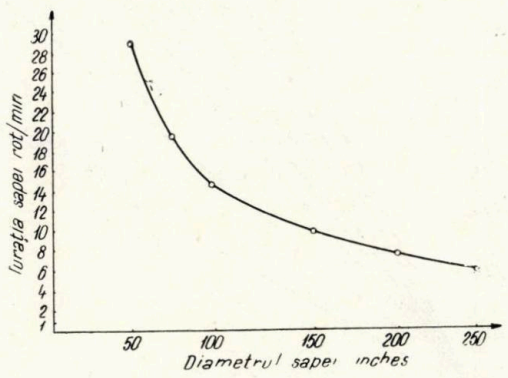


Fig. 3.

În practica mondială se citează utilizarea, pentru sape cu diametru de 3 m, a unor turații de 2—10 rot./min, iar pentru sape de 3,6 m, a unor turații de 4—6 rot./min.

Puterea necesară la sapă în funcție de turația acesteia și momentul de torsiune ce poate fi aplicat sînt redate în diagrama din figura 4.

3.2. *Momentele de torsiune și de apăsare pe sapă*

Una dintre particularitățile forajului găurilor de mare diametru în comparație cu forajul sondelor de țiței și gaze constă în aceea că primul și cel mai important element de analizat este momentul de torsiune și aceasta datorită diametrului mare al sapelor.

Pentru calculul momentului de torsiune la masa rotativă la forajul cu diametru mare este cunoscută relația :

$$M = 5252\, K\, D^{2,5}\, W^{1,5} \text{ ftlb},$$

în care :

K este coeficient caracterizînd formațiunea în care se forează, fiind $14 \cdot 10^{-5}$, pentru rocile cele mai moi, și $4 \cdot 10^{-5}$, pentru rocile cele mai dure ;

D — diametrul sapei, inches ;

W — apăsarea pe sapă, 1 000 lb/in.

Această relaţie a fost stabilită pe baza unor experienţe de laborator cu sape de 12 1/4 in (311 mm) sau mai mici. Totuşi potrivirile între formulă şi cuplul măsurat în operaţiile cu diametre de pînă la 6 ft (1 829 mm) au fost destul

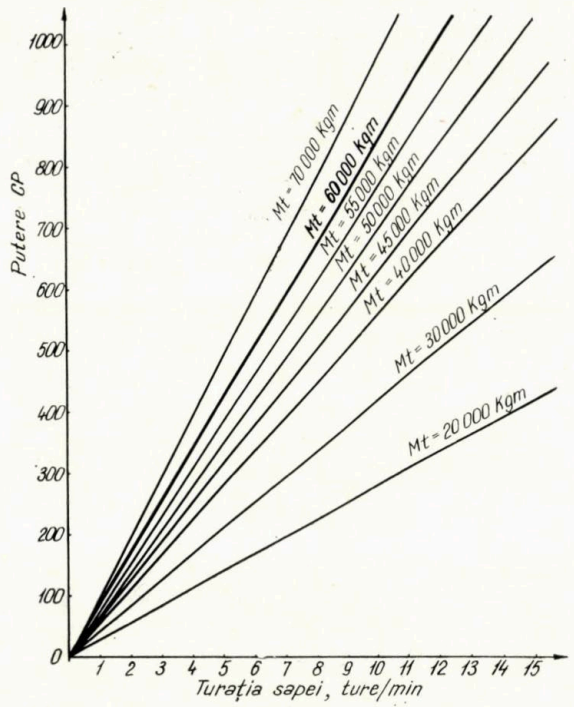


Fig. 4.

de apropiate, ceea ce face să se considere că extrapolarea ei este justificată ca o bază de proiectare pentru diametre de cel puţin 10 ft (3 060 mm).

Avînd în vedere caracterul limitativ al momentului de torsiune, din relaţia de mai sus rezultă legătura strînsă dintre momentul de torsiune şi apăsarea pe sapă şi, implicit, dificultatea de a obţine în anumite cazuri apăsări specifice optime pe sapă, corespunzătoare rocilor dure şi extradure.

În figurile 5 şi 6 sînt redate apăsările specifice pe sapă în funcţie de diametrul sapei, în cazul posibilităţii de transmitere a unor momente de torsiune de 50 000 şi, respectiv, de 60 000 kgfm.

Momentele de torsiune şi apăsările pe sapă avînd valori apropiate de cele din figurile amintite mai sus, evident pot fi obţinute numai cu echipamente speciale în ceea ce priveşte mesele rotative şi garnitura de prăjini de foraj şi de prăjini grele.

Datorită acestor momente mari se consideră că la forajul găurilor cu diametre mari un element esenţial în tehnologia de foraj îl constituie controlul momentului de torsiune la masă, urmărindu-se utilizarea integrală a momentului disponibil.

3.3. *Spălarea şi evacuarea de la talpă a rocii forate*

Datorită diametrelor mari de gaură, chiar la viteze mici de avansare ale sapei, volumele de

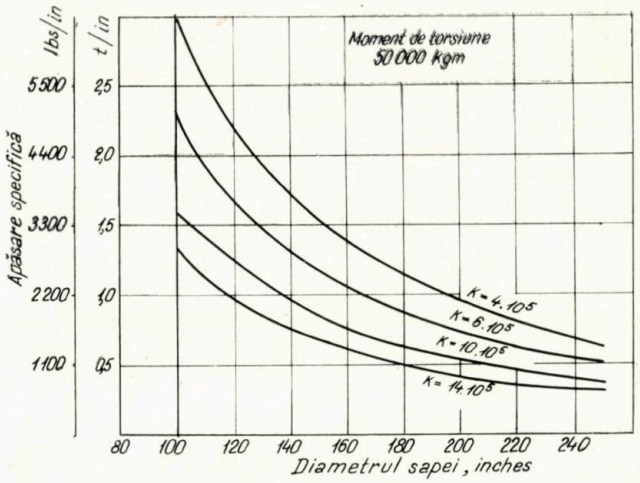


Fig. 5

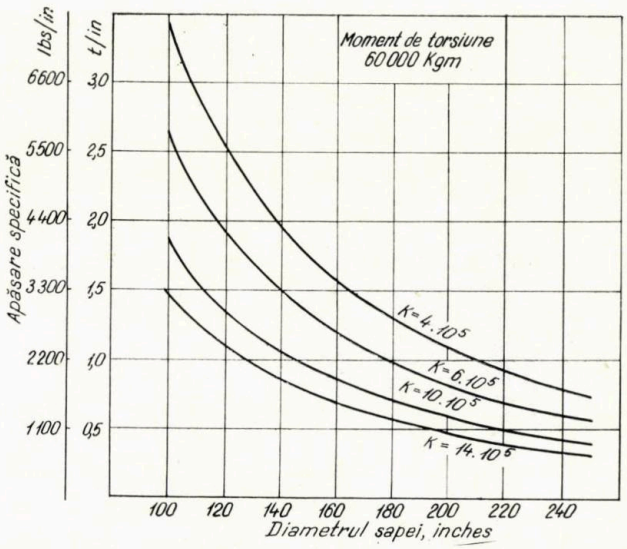


Fig. 6.

rocă dislocată sînt enorme. În diagrama din figura 7 este redat volumul de detritus în funcţie de diametrul sapei şi de viteza mecanică de avansare.

Debitele de lichid necesare evacuării detritusului se determină în funcţie de procentul de detritus admis în fluidul de evacuare. În cazul forajului găurilor de mare diametru, fluidul de evacuare este apa, fapt pentru care, în scopul asigurării unei bune avansări a sapei, conform indicaţiilor din literatura de specialitate, se admite un procent de detritus de pînă la 2 %.

În diagrama din figura 8 este redat debitul de lichid necesar în funcţie de volumul de rocă dislocuită şi procentul de detritus admis în

lichidul de circulaţie. Dar după cum se ştie, debitul de lichid necesar este determinat şi de viteza ascensională minimă, care asigură ridicarea detritusului la suprafaţă.

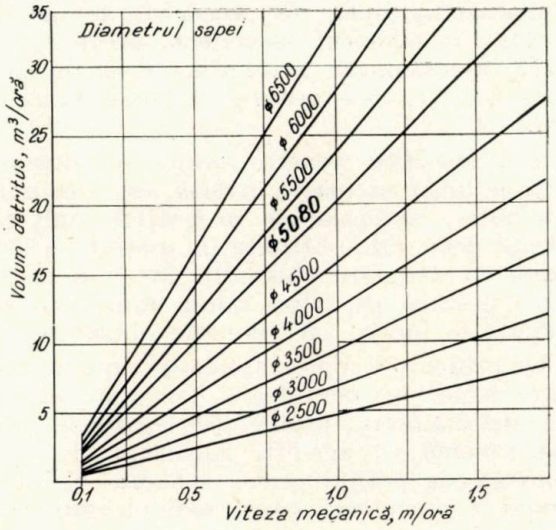


Fig. 7.

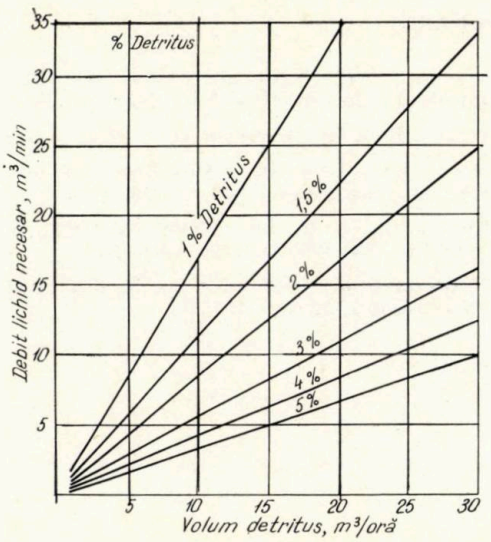


Fig. 8.

Viteza cu care este ridicată la suprafaţă o particulă rezultă din diferenţa dintre viteza curentului ascendent şi viteza de cădere a particulei prin fluidul de foraj.

Relaţiile la care se ajunge pentru curgerea în regim turbulent, atît în U.R.S.S., cît şi în S.U.A. sînt principial similare.

Ceea ce duce la diferenţe între valorile calculate cu relaţiile utilizate în S.U.A. şi U.R.S.S. sînt valorile constantelor experimentale.

În diagrama din figura 9 sînt date vitezele de cădere ale particulelor sferice, ele sînt foarte apropiate de calculele efectuate după indicaţiile din literatura sovietică şi cea americană, diferenţele fiind de ordinul a 1—3 %.

În diagrama din figura 10 este redată viteza ascensională în interiorul garniturilor uzuale folosite la forajul găurilor de mare diametru, în funcţie de debitul de lichid.

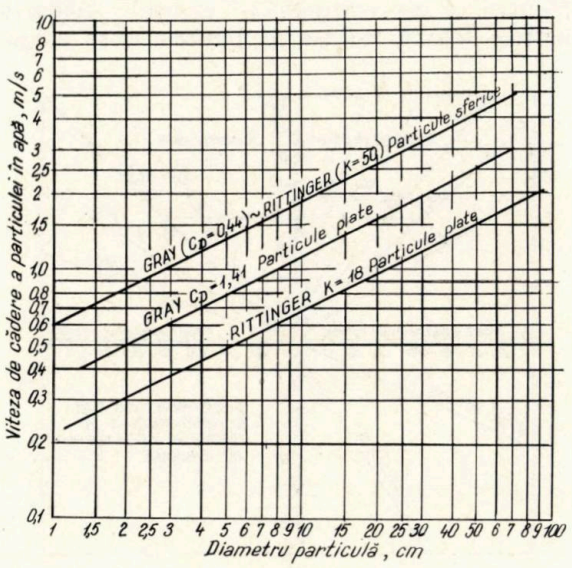


Fig. 9.

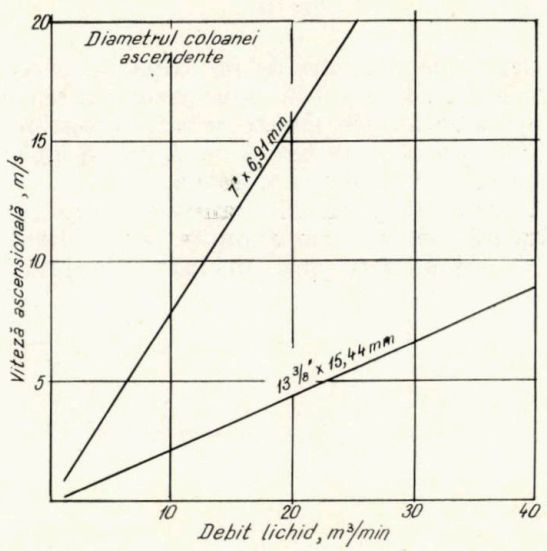


Fig. 10.

În general, pe baza cîtorva exemple de calcul, se poate demonstra că debitele corespunzătoare unui procent de detritus de 1,5—2 % satisfac în mod implicit şi condiţiile de viteză ascensională în garniturile de foraj folosite în prezent la forajul găurilor de mare diametru, şi anume 13 3/8 sau 7 in.

Din cele menţionate se desprinde faptul că, în cazul forajului găurilor de mare diametru, spălările specifice la talpă sînt cu mult inferioare celor utilizate în cazul forajului cu diametre obişnuite. Astfel, în timp ce la forajul cu diametre obişnuite se recomandă utilizarea unor

debite specifice de cel puțin 0,056 l/s/cm² talpă, la forajul cu diametru mare, debitul specific, chiar în condițiile unui debit de lichid de 16 m³/min, va avea valoarea de circa 2,5 % din cel de mai sus.

Pentru a se compensa efectul spălărilor specifice foarte reduse și pentru a se asigura

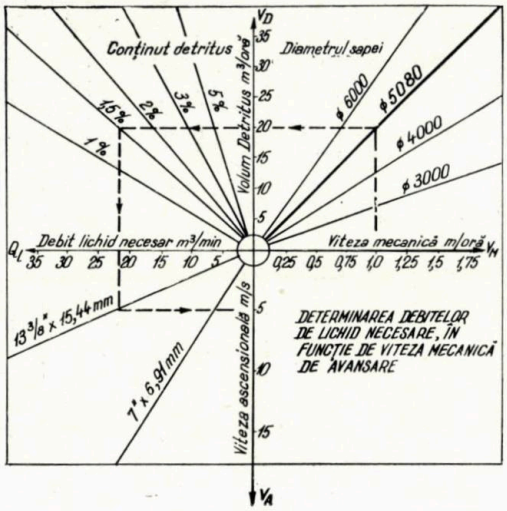


Fig. 11.

evacuarea detritusului de pe talpă, în practica mondială, s-a adoptat în unele cazuri practicarea în sapă a unei fante plasate radial, ea neatingînd centrul sapei și ajungînd pînă în apropierea diametrului exterior al acesteia.

În cazul forajului cu diametre obișnuite, se utilizează viteze ascensionale de ordinul a 0,5—1 m/s, pe cînd în cazul forajului cu diametre mari și circulație inversă, vitezele ascensionale în interiorul prăjinilor de foraj au valori de trei pînă la zece ori mai mari.

În rezumat, alegerea debitelor de lichid necesare în funcție de viteza mecanică de avansare, de diametrul sapei, de procentul de detritus acceptat în curentul ascendent, precum și de viteza ascensională rezultată, în cazul circulației inverse, este redată în nomograma din figura 11.

Deci, specifică pentru forajul cu diametre mari, pe lîngă circulația inversă, este realizarea unor viteze ascensionale în prăjini mult mai ridicate decît cele obținute în spațiul inelar la forajul cu diametre obișnuite, în timp ce spălările specifice pe talpă rămîn mult sub cele realizate la forajul cu diametre obișnuite.

Cele prezentate reprezintă desigur numai unele dintre aspectele tehnologiei forajului găurilor de mare diametru, problemele legate de circulația inversă cu aer-lift, garnitura de foraj, garnitura de prăjini grele, coloana de tubaj, tubajul și cimentarea găurii nefiind cuprinse în prezentul articol.

BIBLIOGRAFIE

1. Norman, N.E. National A.I.M.E. Meeting, Underground Mining Session, New York, febr. 26, 1968.
2. Morlan, E. A. În : World Oil, apr. 1962, p. 133—139.
3. James H. Allen În: Australain Oil and Gas. Review, iul., aug. 1969, p. 24, 26, 29, 30.
4. Dellinger, T. B. În: World Oil, oct., noiemb., dec. ,1965, p. 123 ; 126 ; 100, ian. 1966, p. 71.
5. * * * Oferta firmei Loffland — S.U.A. din 19.03. 1971 către Centrozap-Katowice (R.P.P.).

Programarea liniară a amestecurilor de produse petroliere din rafinării

I. Analiza critică a modelelor matematice de optimizare

G. Auslander

În ultimul deceniu au apărut în rafinării, în sectorul de obținere a produselor petroliere comerciale prin amestec de componenți, două elemente de noutate, care cîștigă treptat teren, înlocuind tehnologia convențională. Prima noutate se referă la realizarea tehnică a amestecării, prin compunerea continuă, în proporțiile dorite, a fluxurilor de componenți obținuți la diferite instalații. Această metodă, denumită „in-line blending", se aplică în unele țări în mod curent la producția de carburanți. Cel de al doilea element de noutate se referă la înlocuirea regulilor empirice de stabilire a rețetelor prin metode științifice de optimizare.

Posibilitatea de a optimiza problemele de amestec din rafinării prin metoda programării liniare a fost semnalată pentru prima dată în 1952 de Charnes, Cooper și Mellon [2]. Lucrarea citată se referă la o metodă de calcul pentru stabilirea rețetelor de amestec în vederea obținerii unor benzine de aviație și constituie un exemplu „clasic" de programare menționat în numeroase tratate de calcul operațional, publicate în ultimul deceniu [3, 4, 5, 6].

Modele asemănătoare de programare liniară au mai fost propuse de Symonds [6, 7], Manne [3], Vazsonyi [5] și Dumitru [8].

Pentru a defini unele noțiuni legate de programarea liniară și mai ales pentru a putea delimita nivelul actual al cunoștințelor în acest domeniu, este util să se prezinte în mod detaliat problema discutată de Charnes, Cooper și Mellon. Această problemă are următorul enunț:

O rafinărie produce trei tipuri de benzine de aviație (tipul A, B, respectiv, C) prin amestecarea a patru componenți (alchilat, benzină de cracare catalitică, benzină de distilație atmosferică și izopentan) disponibili în cantități zilnice constante. Componenții neconsumați la benzina de aviație se folosesc la obținerea benzinei auto, prin amestecarea cu alți componenți (nespecificați în studiu). Benzinele de aviație trebuie să aibă presiunea de vapori și cifra octanică prevăzute de specificațiile de calitate respective; ambele proprietăți se consideră ca fiind funcții liniare de compoziția amestecului.

Datele problemei sînt arătate în tabelele 1 și 2; ambele reproduse după Dano [4].

Problema constă în determinarea valorilor optime ale celor zece necunoscute, notate x_{ij} (cantitatea de component i în produsul j), ținînd seama de zece restricții, și anume:

—Patru ecuații de bilanț material, care exprimă condiția evidentă ca suma componentului i în produsele finale să nu depășească cantitatea disponibilă de component i. Aceste ecuații se notează:

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} \leqslant 3\,800 \qquad (1)$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} \leqslant 2\,653 \qquad (2)$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} \leqslant 4\,081 \qquad (3)$$

$$x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} \leqslant 1\,300 \qquad (4)$$

TABELA 1

Problema lui Charnes, Cooper și Mellon
Caracteristicile componenților

Componenți	Disponibil, barile/zi	Presiunea de vapori, lbs/sq. in	Cifra octanică*	
			A	B și C
1 Alchilat	3 800	5	94	107,5
2 Benzină de cracare catalitică	2 652	8	83	93
3 Benzină de distilație atmosferică	4 081	4	74	87
4 Izopentan	1 300	20,5	95	108

*) Cifra octanică se indică pentru componenți etilați cu 0,5 cm³/galon tetraetil de plumb (pentru componenții folosiți la obținerea de benzină de aviație tip A), respectiv cu 4,0 cm³/galon tetraetil de plumb (pentru componenții folosiți la obținerea benzinelor de aviație tip B și C).

TABELA 2

Problema lui Charnes, Cooper și Mellon
Caracteristicile produselor

Produsul	Presiunea de vapori maximă lbs/sq. in	Cifra octanică minimă	Profit*, dolari/barilă
1 Benzină de aviație tip A	6,9	80,0	4,908
2 Benzină de aviație tip B	6,9	91,0	5,437
3 Benzină de aviație tip C	6,9	100,0	6,042
4 Benzină auto	nu se specifică		4,548

*) Preț de vinzare, minus costul tetraetilului de plumb.

Trei ecuaţii pentru presiunea de vapori, care exprimă dezideratul că presiunea de vapori a celor trei tipuri de benzine de aviaţie să fie egală sau mai mică decît specificaţiile respective. Aceste ecuaţii sînt :

$$5x_{11} + 8x_{21} + 4x_{31} + 20{,}5x_{41} \leqslant$$
$$\leqslant 6{,}9\,(x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41}) \qquad (5)$$
$$5x_{12} + 8x_{22} + 4x_{32} + 20{,}5x_{42} \leqslant$$
$$\leqslant 6{,}9\,(x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42}) \qquad (6)$$
$$5x_{13} + 8x_{23} + 4x_{33} + 20{,}5\,x_{43} \leqslant$$
$$\leqslant 6{,}9\,(x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43}) \qquad (7)$$

Trei ecuaţii pentru cifra octanică, care exprimă condiţia ca cifra octanică a celor trei tipuri de benzine de aviaţie să fie egală sau mai mare decît valorile specificate. Aceste ecuaţii sînt :

$$94x_{11} + 83x_{21} + 74x_{31} + 95x_{41} \geqslant$$
$$\geqslant 80\,(x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41}) \qquad (8)$$
$$107{,}5x_{12} + 93x_{22} + 87x_{32} + 108x_{42} \geqslant$$
$$\geqslant 91(x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42}) \qquad (9)$$
$$107{,}5x_{13} + 93x_{23} + 87x_{33} + 108x_{43} \geqslant$$
$$\geqslant 100(x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43}) \qquad (10)$$

Programul de producţie optim este combinaţia pentru care profitul total definit prin :

$$f = 4{,}908\,(x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41}) +$$
$$+ 5{,}437\,(x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42}) +$$
$$+ 6{,}042\,(x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43}) +$$
$$+ 4{,}548\,(x_{14} + x_{24} + x_{34} + x_{44}) \qquad (11)$$

este maximum.
Sistemul de ecuaţii (1,2...11) constituie modelul matematic al problemei propuse de Charnes, Cooper şi Mellon ; prin rezolvarea acestui sistem se obţin reţetele de amestec prin care se realizează un profit maxim.

Problema discutată de S y m o n d s [6] este asemănătoare cu cea precedentă şi se referă la obţinerea a două tipuri de benzine de aviaţie din cinci componenţi. Produsele trebuie să aibă presiuni de vapori şi cifre octanice conform specificaţiilor de calitate şi se admite, ca şi în cazul precedent, că aceste proprietăţi sînt funcţii liniare de compoziţia amestecului.

Spre deosebire de C h a r n e s, C o o p e r şi M e l l o n [2], respectiv S y m o n d s [6], ce discută probleme în care intervin relativ puţini componenţi, studiul lui M a n n e [3] se referă la cazul unei rafinării complexe, producînd trei tipuri de benzine, prin amestecarea a 19 componenţi. Produsele trebuie să aibă conţinutul de sulf, cifra octanică şi caracteristicile de distilaţie conform specificaţiilor de calitate. Deşi Manne admite că, cu excepţia conţinutului de sulf, proprietăţile produselor nu sînt funcţii liniare de compoziţie, modelul final se bazează totuşi pe ipoteza aditivităţii liniare.

Manne analizează implicaţiile economice ale problemei programării, ca, de exemplu, efectul unei eventuale modificări a sortimentului de produse comerciale asupra preţului de vînzare. Concluzia studiului lui Manne este că prin aplicarea programării liniare „s-ar putea cîştiga cîteva milioane de dolari pe an", dar nu se precizează dacă recomandările studiului s-au aplicat în practică.

Exemplul de programare discutat de D u m i t r u [8] se referă, de asemnea, la optimizarea programului de amestec de benzine, la o rafinărie complexă, cu 19 componenţi. Ca şi în cazurile precedente, modelul se bazează pe ipoteza aditivităţii liniare a cifrei octanice şi a volatilităţii.

În afară de lucrările citate, problema optimizării amestecurilor de benzine a mai fost dezbătută de D o r n h e i m şi B o r g e r s o n [9], D a n z i g ş.a. [1], precum şi de M ă n e s c u şi D u m i t r u [10].

Deficienţele modelelor de programare

Cele cîteva lucrări citate reprezintă, de fapt, nivelul publicaţiilor actuale despre programarea liniară a amestecurilor de produse petroliere din rafinării. La prima vedere, s-ar părea că este vorba de o metodă de calcul uşor aplicabilă, care permite obţinerea unor avantaje economice, fără vreo investigaţie, prin simpla modificare a reţetelor de amestec. Dar studiile şi cercetările efectuate pentru aplicarea în industrie a metodelor de programare au arătat că aceste metode sînt deficiente şi aplicarea lor în practică este dificilă.

Spre a putea precizia deficienţele modelelor descrise în literatura de specialitate, se va expune pe scurt modul cu totul general de formulare a problemelor de amestec din rafinării. Prin programarea problemelor de amestec, se stabilesc proporţiile în care trebuie amestecaţi N componenţi (produse intermediare care, de obicei, nu se pot valorifica ca atare), cu anumite caracteristici analitice date şi disponibili în anumite cantităţi, spre a obţine M produse finite, conforme cu specificaţiile de calitate comerciale. Modelul matematic conţine trei grupe de ecuaţii :

— Ecuaţii de bilanţ material, care exprimă condiţia egalităţii evidente între cantitatea disponibilă de component i şi suma cantităţilor de conponent i în produsele finale. În

total se pot formula N asemenea ecuații. De asemenea, se pot adăuga la acest grup de ecuații restricții de forma :
„cantitatea de podus J să fie mai mare (sau mai mică) decît o cantitate specificată".

— Ecuații de bilanț de calitate, care exprimă dezideratul ca cele M produse finite să aibă caracteristicile analitice conforme cu specificațiile de calitate. Pentru fiecare produs și fiecare caracteristică analitică se poate formula o asemenea ecuație.

— Ecuația care exprimă dezideratul ca dintre toate soluțiile posibile ale problemei să se găsească o anumită soluție optimă din punct de vedere economic. În mod cu totul general, orice deziderat unic în formularea căruia apare termenul „maximum" sau „minimum" poate să constituie un criteriu de optimizare, dar în practică criteriul de optimizare se referă la profit maxim sau la preț de cost minim.

În acest studiu, se evită, în măsura posibilităților, discutarea aspectelor pur matematice ale problemei programării. Este important de reținut faptul că sistemul de ecuații menționat, format din egalitățile și inegalitățile liniare și o funcție liniară pentru care se cere stabilirea valorii maxime sau minime, se poate rezolva. Numărul total al necunoscutelor problemei este $M \times N$; în cazul problemelor reale, datorită numărului mare de necunoscute, rezolvarea sistemului de ecuații în general este posibilă numai cu ajutorul calculatoarelor electronice. Tehnica de rezolvare — de exemplu prin metoda Simplex — este o metodă de rutină de calcul numeric, descrisă în numeroase tratate [4, 5, 6].

Trebuie subliniat faptul că formularea problemei în modul schițat mai sus este riguros corectă și, dacă sistemul de ecuații reflectă realitatea, soluția va fi de asemenea riguros corectă, în sensul că, în afară de soluția rezultată prin calcul, nu există nici o altă combinație posibilă a componenților, prin care să se obțină un efect mai mare (respectiv mai mic) decît cel dorit.

Succesul programării depinde deci de precizia ecuațiilor care constituie modelul și de corectitudinea raționamentelor care stau la baza acestor ecuații. Dacă ecuațiile nu sînt precise sau dacă raționamentele sînt eronate, soluția problemei va indica un program de amestec care va duce fie la produse neconforme, fie la nerealizarea efectului global scontat.

Dacă se analizează modelele de programare descrise în literatură, se constată că deseori acestea nu îndeplinesc nici condiția de precizie a ecuațiilor și nici cea de corectitudine a raționamentelor.

Obiecțiile principale care se pot aduce modelelor de programare menționate sînt următoarele :

a) Optimizarea numai a unei părți dintr-un program de amestec nu poate asigura realizarea unor avantaje economice certe. De exemplu, Charnes, Cooper și Mellon optimizează obținerea benzinei de aviație, admițînd că componenții care nu se folosesc la benzinele de aviație se amestecă cu alți componenți (care nu sînt însă incluși în studiu) și se valorifică ca benzină auto, cu un profit constant (independent de compoziția acestor „resturi"). Această ipoteză de calcul nu poate fi însă acceptabilă, căci valoarea oricărui component folosit la benzina auto depinde de cifra octanică și în general de caracteristicile analitice ale componentului respectiv. Cu alte cuvinte, modelul lui Charnes, Cooper și Mellon poate duce în principiu la un program de amestec prin care cîștigul prezumtiv la obținerea benzinei de aviație, prin consumarea componenților celor mai adecvați, va putea fi pierdut la valorificarea benzinei auto, care va îngloba componenții cei mai neadecvați. De aceea o programare de amestecuri nu trebuie să se rezume la o parte dintr-un ansamblu, ci trebuie să rezolve toate problemele legate de valorificarea componenților disponibili într-o rafinărie.

b) Modelele propuse neglijează unele restricții de calitate esențiale pentru obținerea de produse conforme cu specificațiile de calitate. Originea acestei atitudini apare clar din studiul lui Symonds [6]. Acest autor consideră că, deoarece în fabricația curentă de benzine rafinăria nu determină decît cifra octanică și presiunea de vapori a produselor finale, este suficient ca restricțiile de calitate în modelul matematic să țină seama numai de aceste două caracteristici. Această concluzie a lui Symonds este un caz tipic de raționament insuficient fundamentat. În fabricația curentă există într-adevăr tendința de a reduce la minimum numărul determinărilor analitice necesare, dar interpretarea corectă a cazului studiat de Symonds este următoarea : pentru un anumit program de amestec, bazat pe rețete deduse empiric și verificate probabil de-a lungul anilor, s-a constatat că atunci cînd cifra octanică și presiunea de vapori a produselor sînt adecvate toate celelalte caracteristici analitice sînt automat corespunzătoare, deci nu este necesară determinarea lor analitică. Cu totul alta este situația cînd se pune problema de a elabora un nou program de amestec, neverificat încă, cînd metoda de calcul nu exclude ca în final să se recomande rețete complet diferite de cele uzuale. În acest caz nu mai există siguranța că dacă cifra octanică și presiunea de vapori sînt conforme și celelalte proprietăți vor fi automat conforme. În concluzie, un model de programare trebuie să țină seama de toate caracteristicile analitice

independente care apar în specificațiile de calitate (de exemplu, în cazul benzinelor, caracteristicile de distilație, densitate etc.), cu excepția acelor caracteristici care sînt de partea sigură, indiferent de modul în care se amestecă componenții. De exemplu, dacă toți componenții au un conținut de sulf mai mic de 0,2%, iar specificațiile de calitate ale tuturor produselor admit un conținut de sulf mai mare de 0,2 %, atunci desigur această caracteristică nu trebuie inclusă în modelul de programare.

c) Lucrările experimentale ale lui B o g e n și N i c h o l s [11] și cele ale lui N a q u i n și M i l w e e [12] au demonstrat că cifra octanică, respectiv caracteristicile de distilație ale amestecurilor de benzine, nu sînt funcții liniare de compoziție. Programarea bazată pe ipoteza aditivității liniare a acestor proprietăți [2, 3, 5, 6, 7, 8] poate duce deci la produse neconforme. Folosirea în modelele propuse a ipotezei aditivității liniare a tuturor proprietăților amestecurilor, nu se datorează ignorării comportării amestecurilor reale, ci necesității de a exprima relațiile de amestec prin funcții liniare. Folosirea unor relații de amestec în care ar apărea termeni neliniari de forma $(x)^p$, unde $p>1$, ar transforma problema de programare liniară într-una neliniară, mult mai greu de rezolvat. Totuși, din dorința de a liniariza relațiile de amestec, unii autori folosesc simplificări exagerate, cu totul inacceptabile, ca, de exemplu, ipoteza folosită de M a n n e [3], a aditivității temperaturii finale de fierbere, și, în general, ipoteza aditivității liniare a unor caracteristice de distilație.

Este evident faptul că amestecurile care s-ar prepara pe baza unor modele de programare ce folosesc ipoteza aditivității liniare ar putea să prezinte abateri apreciabile de la specificațiile scontate, iar corectarea acestor produse prin reamestec ar putea duce la pierderea avantajelor prezumtive ale optimizării.

Un punct de vedere exprimat uneori în studiile de optimizare este recunoașterea faptului că, datorită simplificărilor, soluțiile recomandate nu vor fi probabil întru totul satisfăcătoare, dar că aceste soluții optime vor putea sugera o ameliorare a unei situații existente. Deși acest punct de vedere pare justificat, experiența arată că o condiție necesară (dar nu și suficientă) pentru aplicarea programării este elaborarea de rețete precise care să asigure obținerea de produse riguros conforme cu specificațiile, astfel încît aplicarea programării să nu creeze nici o dificultate rafinăriei.

d) În modelele de programare propuse pentru amestecuri de produse petroliere [3, 5, 6, 8], criteriul de optimizare este realizarea unui profit maxim. O programare pentru profit maxim poate să nu ducă însă întotdeauna la soluții aplicabile, deși la prima vedere, obiectivul principal pare a fi într-adevăr realizarea unui profit maxim. Amestecarea componenților pentru obținerea de produse finite, care pot fi valorificate cu profit maxim, poate însemna producerea unui sortiment de produse care să nu fie corelat cu cererea pieții; există deci posibilitatea ca o parte dintre produsele ce ar aduce profit mare să nu poată fi vîndute. În general, o întreprindere echilibrată produce un sortiment de produse strict corelat cu cererea pieții. Modificarea radicală a sortimentului, ca urmare unei optimizări, ar duce deci la un dezechilibru. Este evident însă că dacă și sortimentul de produse este fixat, atunci nu există nici un grad de libertate pentru problema de optimizare. Din acest motiv o încercare de programare a amestecurilor, bazată exclusiv pe dezideratul profitului maxim, nu poate duce decît cel mult la sugestii cu privire la tendințele de urmat în modificarea sortimentului. Dacă aceste tendințe corespund cererilor pieții, dacă există (sau se pot crea) posibilități pentru a absorbi treptat noul sortiment de produse, atunci programarea va putea duce în final la rezultatele dorite.

Șansele de succes în aplicarea programării sînt mai mici în cazul unei rafinării noi, complexe, sau în cazul punerii în funcțiune a unor unități noi în rafinăriile existente. În aceste cazuri există o necesitate reală de a găsi rapid rețete de amestec care să asigure o valorificare optimă sau chiar numai o valorificare obișnuită a noilor componenți. De aceea, în timp ce „optimizarea" propriu-zisă a unui program de amestec, așa cum se discută în majoritatea lucrărilor publicate, are șanse modeste de a putea concura cu metodele de rutină, bazate pe experiență, programarea apare deosebit de atrăgătoare în cazurile în care nu se pot invoca argumente bazate pe rutină, deci în orice situație nouă.

Pentru a ilustra posibilitățile potențiale ale metodei programării, se va reveni la exemplele discutate, referitoare la amestecuri de benzine. Așa cum s-a arătat, în aceste exemple s-au stabilit acele rețete de amestec prin care se realizează un profit maxim. Dar metoda programării permite să se rezolve, de exemplu, și următoarele variante ale problemei : care este cantitatea maximă dintr-un anumit produs (cu o anumită distilație), care se poate obține din componenții dați sau care sînt rețetele de amestec prin care se consumă o cantitate minimă dintr-un anumit component etc.

În general orice deziderat „tehnic" în formularea căruia apare cuvîntul „maxim" sau „minim" poate să constituie un criteriu de optimizare a problemei. Extinderea noțiunii de optimizare la deziderate tehnice poate lărgi considerabil perspectivele de aplicare a acestei metode. Acest fapt a fost semnalat pentru prima dată

de Dornheim și Borgerson [10], care au determinat prin programare potențialul maxim de octani.

Perspectivele metodei de programare a problemelor de amestec

Datorită deficiențelor menționate, programarea liniară a amestecurilor de produse petroliere din rafinării constituie un exemplu tipic de metodă justificată teoretic, dar aplicată insuficient în practică. Așa cum rezultă dintr-o statistică relativ recentă [13], din 52 de rafinării din S.U.A. care posedau în 1965 calculatoare electronice, numai două rafinării raportau utilizarea calculatoarelor la programarea amestecurilor, fără a preciza însă la ce tipuri de amestecuri. Se poate deci afirma că, în general, programarea amestecurilor, deși se cunoaște din 1952, ca metodă de optimizare nu se aplică pe scară largă în industria de prelucrare*.

Această situație este însă tipică și pentru numeroase alte domenii de aplicare a calculatoarelor electronice în industrie. Pentru precizarea ideilor este util să se arate că în ultimii ani se acordă o atenție din ce în ce mai mare unor discipline noi [14], denumite „cercetări operaționale" și „ingineria sistemelor". Un mare număr de lucrări, publicate în ultimii 10—15 ani, se referă la probleme de optimizare, în diferite sectoare de activitate industrială și economică. Problemele industriei de prelucrare a țițeiului par să ocupe un loc neînsemnat în comparație cu alte sectoare [5], iar într-un studiu documentar recent [15], din 82 de lucrări citate nici una nu se referă la vreun progres în domeniul optimizării problemelor de amestec.

Important de subliniat este caracterul de noutate al metodelor de abordare a problemelor de optimizare. În domeniul optimizării nu există încă metode de rutină, verificate de-a lungul anilor, și nici specialiști cu experiență; de fapt, majoritatea metodelor discutate nu au fost verificate de loc la scară industrială. Accentul se pune deocamdată mai ales pe fundamentarea teoretică a lucrărilor, iar lipsurile principale ale metodelor elaborate și, în general, progresul lent al aplicării par să se datoreze în mare măsură tocmai faptului că optimizarea ca domeniu științific este la frontiera dintre știință pură și cea aplicată, iar specialiștii care contribuie la rezolvarea problemelor, în general, nu au o pregătire sau o experiență care să cuprindă toate domeniile (matematică, economie și tehnică).

Aplicarea programării amestecurilor din rafinării este condiționată de rezolvarea nu numai a unor probleme teoretice, ci și a unor probleme economice și tehnice. În general, pe baza studierii literaturii de specialitate în acest domeniu, se poate afirma că ceea ce s-a făcut pînă în prezent în acest domeniu reprezintă mai ales aportul matematicienilor și în măsură mai mică al economiștilor, dar numeroase probleme pur tehnice legate de programare au fost tratate într-un mod incomplet.

* Spre a evita confuziile, trebuie precizat că metoda programării pentru amestecarea de tipul „in-line blending", se aplică din ce în ce mai des în industrie, dar această metodă nu are legătură cu problema discutată a optimizării rețetelor de amestec.

BIBLIOGRAFIE

1. Danzig, G. B. ș.a. Computing Tetraethyllead Requirements in the Linear-Programing Format. Prezentat la sesiunea ORSA, Philadelphia, 9—10 mai, 1957; cf. Dornhei, F. R., et al, Oil Gas J., mai **26**, 1958 p. 91.
2. Charnes, A., Cooper, W. W. și Mellon, B. În: Econometrica, **20**, nr. 2, 1952, p. 135.
3. Manne, A. S. Scheduling Petroleum Refinery Operation Harvard University Press, Cambridge, Mass. 1963.s,
4. Sven Dano. Linear Programming in Industry. Springer-Verlag, Wien, 1963.
5. Vazsonyi, A. Scientific Programming in Business and Industry, New York, Willey, 1961.
6. Symonds, G. H. Linear Programming — The Solution of Refinery Problems: Esso-Standard Oil Co., New York, 1955.
7. Symonds, G. H. În: Ind. Eng. Chem., **48** nr. 3, 1956, p. 394.
8. Dumitru, V. În: Revista de statistică nr. 10, 1964.
9. Dornheim, F. R. și Borgerson, B. T. În: Oil Gas J., mai **26**, 1958, p. 91.
10. Mănescu, M. și Dumitru, V. În: Studii și cercetări economice, **IV**, 1965.
11. Bogen, I. S., și Nichols, R. M. În: Ind. Eng. Chem., **41**, nr. 11, 1948, p. 2 629.
12. Naquin, P. I., și Milwee, I. B. În: Petroleum Refiner **10**, nr. 41, 1962, p. 133.
13. * * * În: Oil Gas J., 25 oct., 1965, p. 98.
14. Flagle, C. D., Hugins, W. H. și Roy, R. H. Operations Research and System Engineering. The John Hopkins Press, Baltimore, 1964.
15. Ceaușelu, C. Programarea și mecanizarea calculelor în industria chimică și de prelucrare a petrolului. Institutul central de documentare tehnică, S **59** a/**67**, București, 1967.

Unele aspecte legate de stabilirea compoziţiei optime a solventului în deparafinarea uleiurilor

I. Precup, V. Covaci, I. Buricatu, Y. B. Shankar

Amestecurile de metiletilcetonă (*M.E.C.*) şi aromatice, folosite uzual ca solvenţi în deparafinarea uleiurilor parafinoase, în scopul menţinerii viscozităţii în limitele corespunzătoare asigurării unei bune separări a cristalelor formate, influenţează şi alţi parametri tehnologici ai procesului. Dintre aceştia cei mai importanţi sînt : vitezele de răcire şi de filtrare, temperatura de deparafinare (filtrare) necesară obţinerii punctului de congelare dorit etc.

Este cunoscut faptul că, la acelaşi grad de diluţie, mărirea proporţiei de aromatice conţinute în solvent reduce vitezele de răcire şi de filtrare şi măreşte decalajul dintre temperatura de congelare a uleiului deparafinat şi temperatura de deparafinare necesară (Δt), implicînd deci cheltuieli mai mari pentru răcire. Reducerea însă sub o anumită limită a conţinutului de aromatice determină apariţia a două faze lichide, rezultînd separarea unei părţi din ulei împreună cu faza solidă, ceea ce duce la micşorarea randamentului de ulei deparafinat. Se poate deci considera că eficienţa economică a deparafinării depinde, într-o mare măsură, de alegerea corectă a compoziţiei solventului.

Solventul utilizat trebuie să-şi îndeplinească efectiv rolul de diluant şi să permită obţinerea uleiului deparafinat cu punctul de congelare dorit, la un randament maxim, fără să influenţeze negativ valorile parametrilor tehnologici amintiţi. De aceea este necesar ca deparafinarea în prezenţa solventului să se realizeze în condiţiile formării unei singure faze lichide (amestec de solvent-ulei deparafinat), iar cantitatea de fază solidă dizolvată să se menţină la valoarea corespunzătoare punctului de congelare a uleiului deparafinat, urmărit prin proces.

Miscibilitatea completă a solventului cu uleiul deparafinat, pentru un ulei dat, depinde de proporţia de aromatice din solvent, de temperatură şi de gradul de diluţie. Pentru a satisface condiţia de miscibilitate totală impusă la deparafinarea cu solvenţi, temperatura de deparafinare (T_d) trebuie să fie egală sau mai mare decît temperatura critică de solubilitate a uleiului deparafinat în solvent (*T.C.S.*), la gradul de diluţie folosit în proces (S/F), adică :

$$T_d \geqslant [T.C.S.]_{S/F} \qquad (1)$$

Dacă temperatura de deparafinare este mai mică decît temperatura critică de solubilitate, se formează o dublă fază lichidă, cu implicaţiile negative menţionate.

Pentru ca uleiul deparafinat să aibă un anumit punct de congelare, trebuie ca în procesul de deparafinare faza lichidă să nu dizolve, respectiv să nu precipite suplimentar faza solidă, faţă de valoarea corespunzătoare punctului de congelare. Solubilizarea fazei solide, precum şi precipitarea acesteia, depind de conţinutul de aromatice din solvent, de temperatura de deparafinare şi de gradul de diluţie. Dacă temperatura de deparafinare, la o compoziţie şi un grad de diluţie date, este mai mare decît temperatura de apariţie a primelor cristale, faza lichidă este capabilă să dizolve suplimentar faza solidă ; cînd este mai mică, din soluţia respectivă va cristaliza faza solidă suplimentară. În consecinţă, punctul de congelare a uleiului deparafinat obţinut în proces va fi diferit de cel urmărit. De aceea este necesar ca la gradul de diluţie folosit în proces, temperatura de deparafinare să fie egală cu temperatura de apariţie a primelor cristale din soluţia de solvent şi ulei deparafinat (U_d+S). Apariţia primelor cristale fiind evidenţiată de punctul de tulburare, rezultă :

$$T_d = [T_{t\,(U_d+S)}]_{S/F} \qquad (2)$$

Punctul de congelare a uleiului deparafinat este determinat de temperatura de deparafinare, iar pentru amestecul de solvent şi ulei deparafinat temperatura critică de solubilitate şi temperatura de tulburare depind de compoziţia solventului, în sensul că metiletilcetona reduce la minimum solubilitatea fazei solide, dar dizolvă mai greu uleiul, pe cînd aromaticele favorizează solubilizarea uleiului, dar şi a fazei solide. Rezultă că există o interdependenţă între compoziţie, gradul de diluţie şi congelarea uleiului deparafinat obţinut dintr-o materie primă dată, interdependenţă care stă la baza determinării compoziţiei optime a solventului.

Compoziţia solventului trebuie astfel aleasă, încît :

— să se respecte simultan cele două condiţii de bază ale deparafinării cu solvenţi, deci :

$$[T_{t\,(Ud+S)}]_{S/F} \geqslant [T.C.S.]_{S/F}$$

— să se asigure deparafinarea la valorile optime ale principalilor parametri tehnologici ai procesului (vitezele de răcire şi de filtrare, decalajul de temperatură etc.).

Întrucît mărirea proporţiei de aromatice în solventul de diluţie influenţează negativ valorile tuturor parametrilor tehnologici ai procesului, compoziţia optimă a solventului va fi cea corespunzătoare conţinutului minim de aromatice, care asigură obţinerea unui randament de ulei deparafinat maxim. Evident, pe baza interdependenţei dintre compoziţia solventului, gradul de diluţie şi congelarea uleiului deparafinat, compoziţia optimă a solventului diferă în funcţie de gradul de diluţie folosit în proces şi de punctul de congelare a uleiului deparafinat. Ţinîndu-se seama şi de influenţa conţinutului de aromatice din solvent asupra temperaturilor critice de solubilitate şi de tulburare ale amestecului de solvent şi ulei deparafinat, compoziţia optimă a solventului corespunde cazului, cînd :

$$[T_{t\,(U_d\,+\,S)}]_{S/F} = [T.C.S.]_{S/F} \qquad (3)$$

Nerespectarea acestei egalităţi determină, fie apariţia dublei faze lichide, cînd punctul de tulburare este mai mic decît temperatura critică de solubilitate, fie înrăutăţirea valorilor parametrilor tehnologici amintiţi, cînd punctul de tulburare este mai mare decît temperatura critică de solubilitate.

Pentru determinarea compoziţiei optime a solventului, uzual, se folosesc două metode experimentale, care diferă între ele în funcţie de condiţiile iniţiale impuse. Ambele metode se bazează pe satisfacerea condiţiei exprimate prin relaţia (3).

Dacă se porneşte de la uleiul deparafinat, care se urmăreşte a fi obţinut dintr-o materie primă dată, şi de la gradul de diluţie folosit în proces, determinarea compoziţiei optime a solventului

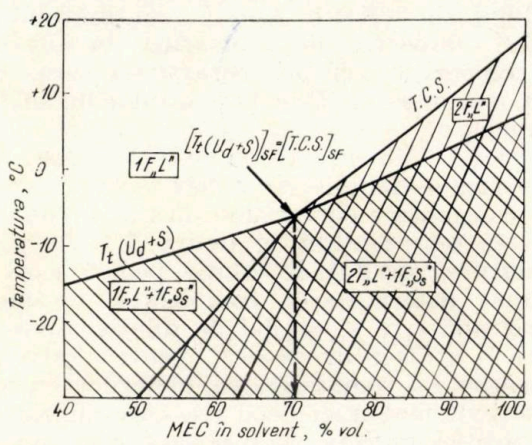


Fig. 1. Variaţia temperaturii critice de solubilitate şi a temperaturii de tulburare a amestecului solvent – ulei deparafinat în funcţie de compoziţia solventului.

se face, aşa cum se observă în figura 1 [2], prin reprezentarea variaţiei *T.C.S.* şi a punctului de tulburare pentru amestecul de solvent şi ulei deparafinat, în funcţie de compoziţia solventului.

Compoziţia optimă a solventului poate fi determinată şi atunci cînd sînt fixate iniţial, din considerente tehnologice, gradul de diluţie şi temperatura de deparafinare. În acest caz, întrucît nu se impune congelarea uleiului deparafinat, cea de-a doua condiţie, exprimată

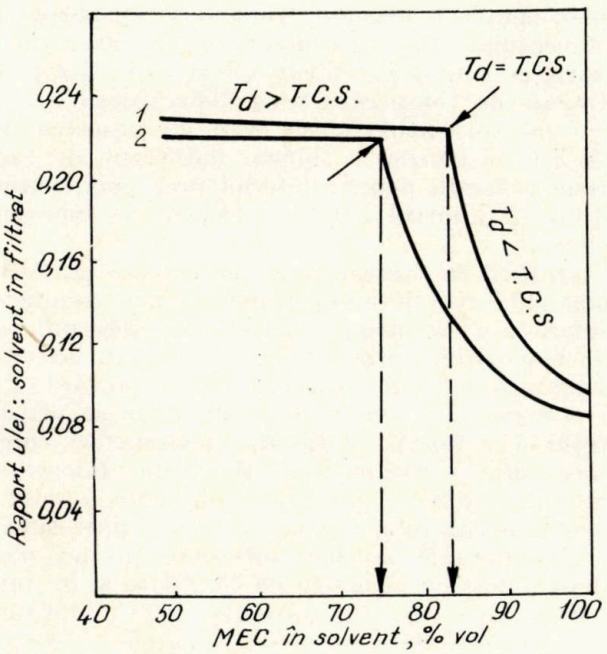


Fig. 2. Reprezentarea relaţiilor de miscibilitate la deparafinarea unui ulei distilat, la un grad de diluţie de 3,2/1. Raportul toluen : benzen 2,5/1 ; conţinutul de apă 0,3 % : *1* – temperatura de deparafinare – 16°C ; *2* – temperatura de deparafinare – 22°C.

prin relaţia (2), este totdeauna satisfăcută. Cu alte cuvinte, punctul de congelare a uleiului deparafinat, obţinut dintr-o materie primă dată, va diferi în funcţie de compoziţia solventului, fiind determinat de echilibrul solid-lichid corespunzător temperaturii de deparafinare şi gradului de diluţie. În aceste condiţii, compoziţia optimă a solventului se va alege astfel, încît la un conţinut minim de aromatice, să fie îndeplinită numai condiţia exprimată de relaţia (1), adică :

$$T_d = [T.C.S.]_{S/F}$$

În experienţele de laborator, satisfacerea acestei condiţii se urmăreşte indirect, prin intermediul variaţiei raportului ulei : solvent de diluţie în filtrat, în funcţie de compoziţia solventului, pentru temperatura de deparafinare dată (fig. 2) [1]. Atunci cînd, prin modificarea proporţiei de aromatice din solventul utilizat, temperatura de miscibilitate a solventului cu uleiul deparafinat devine mai mare decît temperatura de deparafinare fixată, se separă împreună cu faza solidă şi o parte din ulei. În consecinţă raportul ulei : solvent în filtrat scade brusc.

Evident, în acest caz se pornește de la materia primă, congelarea uleiului deparafinat rezultat fiind în funcție de compoziția solventului utilizat.

În mod similar, prin schimbarea temperaturii de filtrare în fiecare experiență de deparafinare, se poate determina și temperatura de miscibilitate la care are loc separarea fazei de ulei, pentru o materie primă și o compoziție a solventului date. În acest caz se reprezintă variația raportului ulei : solvent în filtrat în funcție de temperatura de deparafinare.

Cînd solventul folosit este un amestec de *M.E.C.* — benzen — toluen, indiferent de metoda utilizată pentru determinarea compoziției optime, raportul benzen : toluen se menține constant.

Întrucît în literatura de specialitate [1, 2, 3] sînt publicate date experimentale mai complete referitoare la ultima metodă de determinare a compoziției optime a solventului, în această lucrare se tratează cazul în care se pornește de la congelarea uleiului deparafinat ce se urmărește să se obțină. Se discută, de asemenea, corelarea dintre compoziția solventului folosit și gradul de diluție, precum și influența acestora asupra decalajului de temperatură al procesului.

Experiențele au fost efectuate pe un ulei deparafinat cu punctele de congelare și de tulburare de —2,5°C, respectiv 0,5°C, obținut

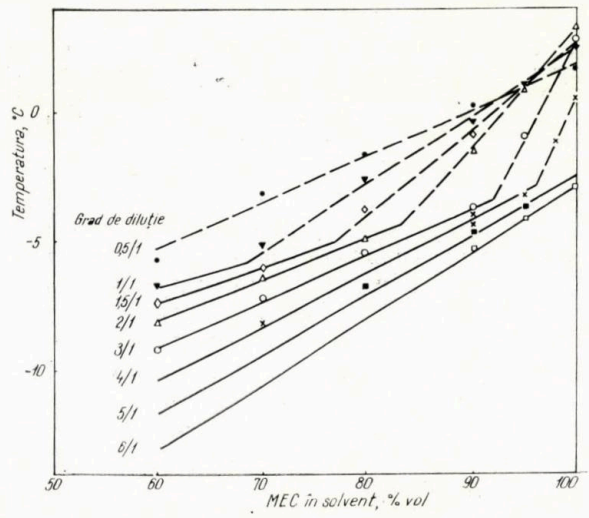


Fig. 3. Dependența T.C.S. și a temperaturii de tulburare a amestecurilor de ulei deparafinat și solvent, în funcție de compoziția solventului, pentru diferite grade de diluție.

dintr-un ulei mediu parafinos solventat cu furfurol, folosindu-se ca solvent un amestec de *M.E.C.* — benzen — toluen. Încercările au fost făcute în condiții de laborator, la diferite grade de diluție cu solvent, de la 0,5/1 pînă la 7/1 (în greutate), la un raport benzen : toluen constant, de 2,3/1 (în volume). S-a lucrat cu concentrații variabile de aromatice în amestecul de solvenți, de la 0 la 70% vol.

În scopul stabilirii compoziției optime a solventului, în figura 3 sînt reprezentate variațiile *T.C.S.* și ale temperaturilor de tulburare pentru amestecurile de solvent—ulei deparafinat, pentru diferite grade de diluție, în funcție de compoziția solventului. Se observă că fiecărui grad de diluție folosit în proces îi corespunde o anumită compoziție optimă a solventului. Proporția de

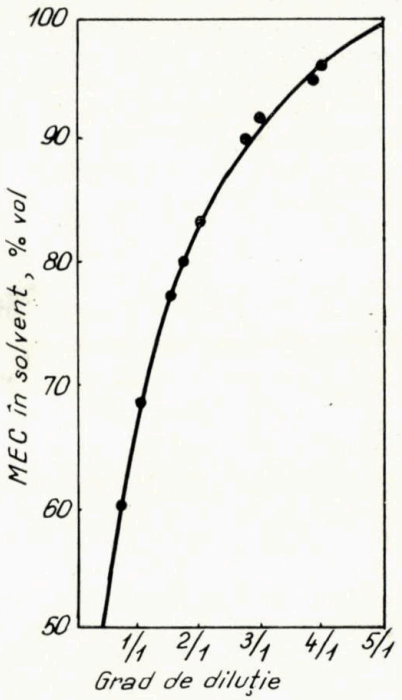


Fig. 4. Influența gradului de diluție asupra compoziției optime a solventului.

M.E.C. în solventul de compoziție optimă este cu atît mai mare, cu cît gradul de diluție este mai mare. Dependența compoziției optime a solventului de gradul de diluție este prezentată în figura 4, din care se observă că influența gradului de diluție asupra conținutului de *M.E.C.* respectiv de aromatice, în solventul de compoziție optimă corespunzătoare, este mult mai mare în domeniul rațiilor de solvent mai mici.

Variația temperaturii de apariție a celei de-a doua faze — lichidă sau solidă — la o compoziție constantă a solventului, în funcție de diluție este reprezentată în figura 5. Se poate constata că gradul de diluție pentru care s-a efectuat determinarea compoziției optime a solventului este și gradul de diluție minim ce poate fi utilizat în proces, pentru solventul respectiv. La deparafinarea uleiurilor cu rații de solvent mai mici decît cea corespunzătoare compoziției optime, se formează două faze lichide, ceea ce duce la micșorarea randamentului de ulei deparafinat. În consecință, domeniul de diluție utilizabil depinde de compoziția solventului, și anume este cu atît mai mare cu cît proporția de aromatice în solvent este mai ridicată.

Folosirea unui solvent de compoziție dată la diluții mai mari decît cea minimă, corespunzătoare compoziției lui, influențează nega-

tiv valorile principalilor parametri tehnologici ai procesului. Aceasta se datorește faptului că la diluții mai mari proporția de aromatice din solventul dat depășește pe cea minimă admisibilă, ceea ce determină consecințele negative legate de un conținut mai mare de aromatice în solvent.

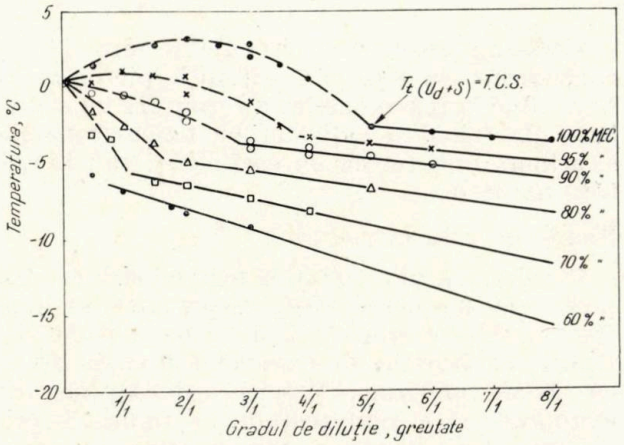


Fig. 5. Influența gradului de diluție asupra *T.C.S.* și a temperaturii de tulburare a amestecurilor de ulei deparafinat și solvent, în funcție de compoziția solventului.

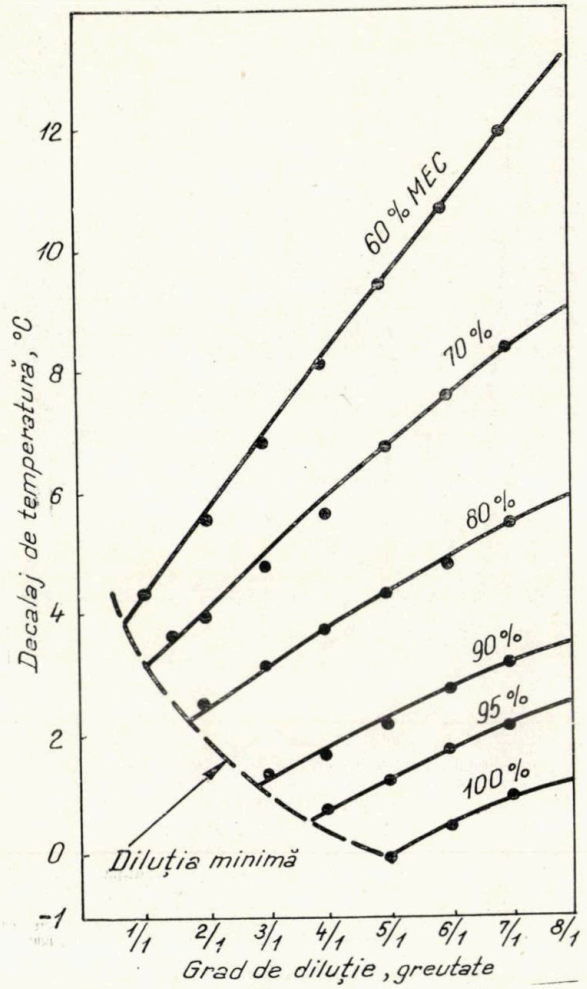


Fig. 6. Influența gradului de diluție și a compoziției solventului asupra decalajului de temperatură.

Întrucît pentru un solvent valorile decalajului de temperatură caracterizează în primul rînd economicitatea utilizării lui, datorită cheltuielilor legate de răcire, în figura 6 este reprezentată influența compoziției solventului și a gradului de diluție asupra decalajului de temperatură. Indiferent de gradul de diluție, valorile acestuia sînt minime pentru compozițiile optime corespunzătoare. Pentru o compoziție dată a solventului, există, din acest punct de vedere, un grad de diluție optim. Mărirea acestuia peste valoarea optimă afectează cu atît mai mult decalajul de temperatură, cu cît solventul folosit are un conținut mai mare de aromatice. Se observă, de asemenea, că este mai avantajos — în anumite limite — să se lucreze la un grad de diluție mai mare, păstrînd compoziția solventului neschimbată decît să se mărească conținutul de aromatice în solvent, pentru același grad de diluție. Concluzia este valabilă, în special, atunci cînd se folosesc solvenți de diluție cu un conținut mai mic de aromatice.

La deparafinarea cu un solvent de compoziție dată, la un grad de diluție mai mic decît cel minim corespunzător, datorită formării dublei faze lichide, decalajul de temperatură al procesului se micșorează, ca urmare a obținerii unui ulei deparafinat cu punct de congelare mai scăzut [4, 5]. Deși vitezele de filtrare sînt mai mari în aceste condiții, randamentul de ulei deparafinat se micșorează, respectiv se mărește conținutul de ulei din faza solidă [5].

Concluzii

Este prezentat un mod unitar de interpretare a metodelor de stabilire a compoziției optime a solvenților de deparafinare, care permite completarea și îmbunătățirea acestora.

Alegerea compoziției optime a solventului trebuie corelată în mod obligatoriu cu gradul de diluție, întrucît efectul pozitiv al proporției maxime admisibile de metiletilcetonă este afectat de modificarea gradului de diluție.

Întrucît diferența dintre punctul de congelare a uleiului deparafinat și temperatura de deparafinare condiționează, din punct de vedere economic, folosirea unui solvent, este prezentată și comentată dependența acesteia de compoziția solventului și de gradul de diluție.

BIBLIOGRAFIE

1. Marple, Jr., Landry, L. J., Kobe, A. K., și Mcketta, J. J. În: Advances in Petroleum Chemistry and Refining, Interscience Publ., N. Y., London, Sydney, J. Willey and Sons, **X**, 1965, p. 191.
2. Wuithier, P., Normand, X., și Treil, J. Le pétrole. Raffinage et génie chimique, Technip, Paris, **I**, 1965, p. 627.
3. Lazăr, G., și Scheianu, I. În: Petrol și gaze, 2[1], nr. 4, 1959, p. 306.
4. Kalichevsky, V. A. și Kobe, A. K. În: Petroleum Refining with Chemicals, Elsevier Publ. Co., Amsterdam, London, New York, 1956.
5. Ghejan, I. Lucrare de doctorat, Institutul de petrol, gaze și geologie, București, 1960.

Economicitatea rezervoarelor cu capac plutitor

D. Barus

În ultimele trei decenii, în Europa se utilizează pe scară largă depozitarea ţiţeiului şi a produselor petroliere uşor volatile în rezervoare cu capac plutitor.

În practica mondială a depozitării acestui gen de produse petroliere, rezervoarele cu capac fix sînt înlocuite deoarece spaţiul de vapori existent într-un asemenea rezervor, generează pierderi mari de produse, prin evaporare.

La rezervoarele cu capac plutitor unde spaţiul de vaporizare este practic inexistent pierderile sînt incomparabil mai mici decît la rezervoarele cu capac fix.

Cuantumul pierderilor prin evaporare (din respiraţii termice şi din umplere — golire), calculate pentru benzină auto şi ţiţei, depozitate în capacităţi echivalente de rezervoare cu capac fix şi capac plutitor, de 5 000 m³ respectiv 10 000 m³ a fost prezentat în [1].

Trebuie precizat că în [1] calculele s-au efectuat în următoarele ipoteze :

a) Rezervoarele cu capac fix au fost umplute la 95 % din capacitatea efectivă.

— Sînt vopsite pe întreaga suprafaţă exterioară cu vopsea de aluminiu.

— Au armăturile etanşe, în perfectă stare de funcţionare şi nu prezintă scurgeri de produse sau evaporări directe în atmosferă, prin capace deschise (gura de luat probe) etc.

b) Rezervoarele cu capac plutitor sînt în construcţie sudată, cu capac cu ponton, etanşarea fiind simplă sau dublă.

— Viteza medie a vîntului pentru amplasamentul considerat : 2,7 m/s.

— Sistemul de etanşare este eficient, mulează bine pe manta.

— Rezervorul este vopsit în gri-deschis sau aluminiu.

Starea fizică a rezervoarelor cu capac fix, precum şi condiţiile de exploatare indicate, reprezintă o situaţie ideală şi se întîlneşte mai rar. Este de presupus că în general rezervoarele au grad de umplere mai mic (circa 75—80 %) şi că ceilalţi doi factori : etanşeitatea şi protecţia termică nu sînt perfecte, aşa încît pierderile reale prin evaporare sînt mai mari decît cele calculate.

În ce priveşte rezervoarele cu capac plutitor, în exploatare, acestea răspund mai bine la condiţiile punctului *b*) fiind de construcţie modernă.

Utilizînd rezultatele calculelor din [1] şi considerînd ca bază de referinţă pierderile ce se produc în rezervoarele cu capac fix vom avea baza de calcul al indicatorilor fizico-economici exprimaţi sub formă de coeficienţi sau în unităţi naturale.

Pierderile prin evaporare

Pierderile prin respiraţiile termice şi de exploatare (la umplere-golire), exprimate în tone sînt înscrise în tabelele 1 şi 2, pe capacităţi şi tipuri constructive de rezervor (cu capac fix — cu capac plutitor). Variaţia pierderilor prin evaporare este reprezentată în figura 1 prin curbele *A* şi *B* pentru rezervoarele cu capac fix şi curbele *C* şi *D* pentru rezervoarele cu capac plutitor.

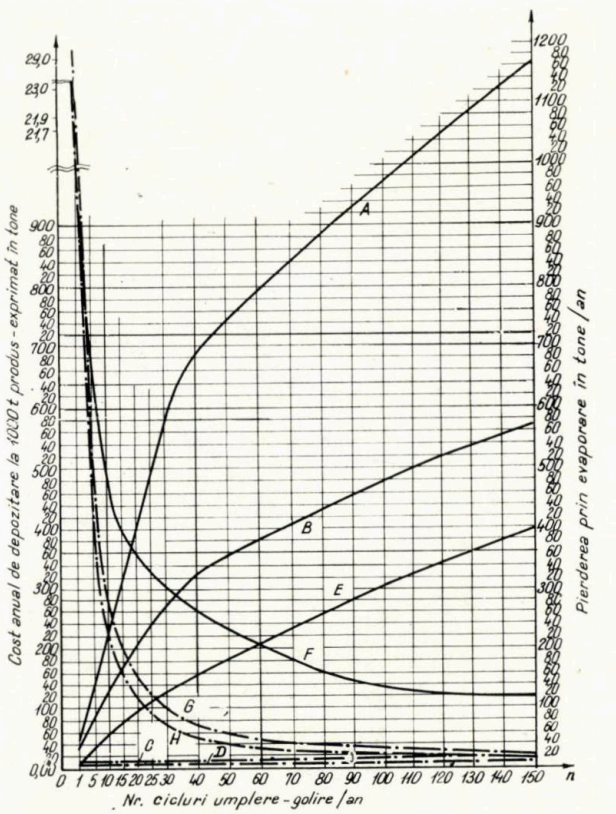


Fig. 1. Benzină auto :

A — curba pierderilor prin evaporare, după *A.P.I.*, la rezervor de 10 000 m³ cu capac fix; *B* — curba pierderilor prin evaporare, după *A.P.I.*, la rezervor de 5.000 m³ cu capac fix; *C* — curba pierderilor prin evaporare, după *A.P.I.*, la rezervor de 10.000 m³ cu capac plutitor; *D* — curba pierderilor prin evaporare, după *A.P.I.*, la rezervor de 5 000 m³ cu capac plutitor; *E* — curba pierderilor prin evaporare la rezervor de 5 000 m³ cu capac fix, după alte metode; *F* — curba costului anual de depozitare pentru rezervor de 10 000 şi 5 000 m³ cu capac fix; idem la rezervor de 5 000 m³ cu capac plutitor; *H* — idem la rezervor de 10 000 m³ cu capac plutitor.

Analiza economică la rezervoarele pentru benzina auto

n număr cicluri umpl. golire pe an	Volumul vehiculat prin rezerv. pe an t	Rezervor cu capac fix — Cheltuieli anuale: suma pierderilor t	suma pierderilor ‰	amortizări din invest. t	amortizări din R. K.	Total col. 3+5+6 t	Rezervor cu capac plutitor — Cheltuieli anuale: suma pierderilor t	suma pierderilor ‰	amortizări din invest. t	amortizări din R.K.	Total col. 8+ +10+11t	Cost anual de depozitare la 1000 t ciclu, la rezervor cu: cap. fix. col 7 : 2 t o	Cap. plut. col. 12 : 2 n e	Economii anuale prin folosirea rezervorului cu cap. plut. col 7–12 tone	Grad de eficiență economică col. 7 : 12	Termen de recuperare a investițiilor, ani-luni	Observații
1	2	3	4	5	6		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
5 000																	TABELA 1
1	3 550	27,72	7,82	Transformat în produs = 30,06 t	Transformat în produs = 19,24 t	77,02	7,07	2,110	Transformat în produs = 56,03 t	Transformat în produs = 41,50 t	104,60	21,7	29,0	— 27,58	—1,35	nerecuper.	
5	17 750	76,63	4,25			125,93	7,15	0,401			104,68	7,1	5,9	21,25	1,20	49 ani	
10	35 500	123,52	3,48			172,82	7,25	0,204			104,78	4,9	3,0	68,04	1,65	15a—3l.	
15	53 250	156,41	3,11			214,71	7,35	0,140			104,88	4,0	2,0	109,83	2,05	9—6	
20	71 000	204,70	2,87			250,00	7,45	0,105			104,98	3,5	1,5	145,02	2,38	7—2	
25	88 750	242,32	2,73			291,62	7,55	0,086			105,08	3,3	1,2	186,54	2,77	6—7	
30	106 500	278,75	2,62			328,05	7,65	0,072			105,18	3,1	1,0	222,87	3,12	4—6	
40	142 000	323,10	2,28			372,40	7,85	0,055			105,38	2,6	0,7	267,02	3,52	3—11	
50	177 500	351,07	1,98			400,37	8,05	0,045			105,58	2,3	0,6	294,79	3,82	3—6	
70	248 000	410,35	1,65			459,65	8,45	0,034			105,98	1,8	0,4	353,67	4,35	2—11	
100	355 000	473,91	1,33			523,21	9,05	0,025			106,58	1,5	0,3	416,63	4,91	2—6	
150	532 000	573,57	1,08			622,87	10,07	0,019			107,60	1,2	0,2	515,27	5,78	2 ani	
10 000 m																	TABELA 2
1	7 222	56,47	7,82	Transformat în produs = 62,70 t	Transformat în produs = 40,13 t	159,30	11,93	1,650	Transformat în produs = 89,23 t	Transformat în produs = 65,14 t	166,30	21,9	23,0	-7,00	-1,04	nerecuper.	
5	36 100	156,25	4,24			259,08	12,05	0,333			166,42	7,2	4,6	92,66	1,56	11a—6 l	
10	72 200	251,39	3,48			354,22	12,19	0,163			166,56	4,9	2,3	187,66	2,12	5—8	
15	108 330	336,32	3,11			439,15	12,34	0,141			166,71	4,0	1,5	272,44	2,64	3—11	
20	144 440	418,35	2,88			521,18	12,48	0,086			166,85	3,6	1,2	354,33	3,12	3— —	
25	180 550	495,18	2,74			598,01	12,62	0,070			166,99	3,3	0,9	431,02	3,52	2—6	
30	216 660	571,48	2,63			674,31	12,77	0,059			167,14	3,1	0,7	507,17	4,03	2—1	
40	288 880	648,96	2,37			787,79	13,07	0,045			167,44	2,7	0,6	620,35	4,71	1—8	
50	361 100	736,60	2,04			839,43	13,36	0,037			167,73	2,3	0,4	671,70	5,01	1—7	
70	505 540	839,37	1,66			942,20	13,94	0,028			168,31	1,8	0,3	773,89	5,58	1—4	
100	722 200	971,04	1,34			1 073,87	14,82	0,021			169,19	1,5	0,2	904,61	6,34	1—2	
150	1 083 300	1 166,46	1,07			1 269,29	16,26	0,015			170,63	1,2	0,15	1098,66	7,43	—11 luni	

Analizînd datele din tabelă și reprezentarea grafică a curbelor, se constată că :

1. La un număr mic de cicluri umplere—golire la rezervoarele cu capac fix (pînă la 30 pe an) pierderile cresc mai repede decît la un număr de cicluri cuprins între 40 și 150 pe an.

La rezervoarele cu capac plutitor pierderile sînt constante ca variație și cantitativ mai mici.

2. Pierderile prin evaporare la rezervoarele cu capac fix exprimate în tone la 1000 t produs vehiculat prin rezervor (tabela 1) nu variază o dată cu capacitatea rezervorului.

Se observă mici diferențe care pot fi tolerate.

3. Pierderile prin evaporare sînt invers proporționale cu volumul vehiculat prin rezervor.

Din această observație rezultă că efectul economic impune o utilizare rațională ca spațiu și timp, a capacității parcurilor de rezervoare existente.

4. Dacă majorăm capacitatea rezervorului de la un ciclu la 150 cicluri pe an, pierderile cresc numai în raportul 1 la circa 20 la rezervoarele cu capac fix și în raportul 1 la circa 1,45 la rezervoarele cu capac plutitor.

5. La rezervoarele cu capac plutitor, pierderile se pot reduce cu circa 20% prin utilizarea unui rezervor de 10 000 m^3 în loc de două rezervoare de 5000 m^3 pentru 40 cicluri: ($2 \times 7{,}85 = 15{,}70 > 13{,}07$).

Costul anual de depozitare a tonei-ciclu

Depozitarea produsului în rezervor implică o serie de cheltuieli anuale, ocazionate de investiția inițială și de lucrările de reparații capitale.

Pentru ambele tipuri constructive de rezervoare s-a admis o durată de serviciu de circa 40 ani în care timp pot interveni maxim două reparații capitale. La rezervoarele cu capac fix coroziunea este mai intensă datorită spațiului de vapori. La rezervoarele cu capac plutitor coroziunile sînt lente în schimb uzura sistemului de etanșare reclamă reparații sau înlocuiri mai frecvente decît la rezervorul propriu-zis.

Suma cheltuielilor anuale totale (col. 7 și col. 12) reprezintă deci costul de depozitare a volumului total de produs depozitat în interval de un an (col. 2). Raportul dintre totalul cheltuielilor și volumul vehiculat ne va indica prețul de cost în tone produs, a unei tone — ciclu pe un an de zile. Pentru ușurința urmăririi calculului costul este calculat pentru 1 000 tone — ciclu depozitate în rezervoare pe an.

1. La rezervoarele cu capac fix costul anual de depozitare în tone, este prezentat în tabela 1 col. 13, iar variația acestuia prin curba F din figura 1.

La rezervoarele cu capac plutitor costul anual de depozitare în tone este prezentat în tabela 1 col. 14, iar variația acestuia prin curbele G și H.

Dacă pentru un ciclu de umplere, costul anual al depozitării produsului este în defavoarea rezervoarelor cu capac plutitor, în schimb de la 30 la 150 cicluri pe an, acesta este de la 3,1 la 8 ori mai mic decît la rezervoarele cu capac fix.

2. Variația costului anual de depozitare a tonei ciclu (de la 50 — 60 cicluri/an) la rezervoarele cu capac fix este mai mare decît la rezervoarele cu capac plutitor. Altfel spus se constată că ,de exemplu, cu un cost de 0,6 tone produs se pot acoperi mai multe cicluri de umplere — golire pe an la rezervoarele cu capac plutitor decît la rezervoarele cu capac fix.

Rezultă că costul anual de depozitare al tonei ciclu scade dacă cu aceleași cheltuieli se vehiculează prin rezervorul cu capac plutitor un tonaj sporit de produs față de un tonaj dat la rezervoarele cu capac fix (la 10 000 m^3, pentru o diferență de cost de 0,6, col. 13, la capac fix avem 70 la 150 cicluri vehiculînd 1 033 300 — 505 540 = 577 760 t, iar la capac plutitor, col. 14 avem 30 la 150 cicluri vehiculînd 1 083 300 — 216 600 = 866 700 t).

Economii de produs la depozitare

Depozitarea benzinei auto în rezervoare cu capac plutitor comparativ cu rezervoarele cu capac fix, reduce pierderele prin evaporare, ceea ce au ca efect realizarea unor importante economii de produse.

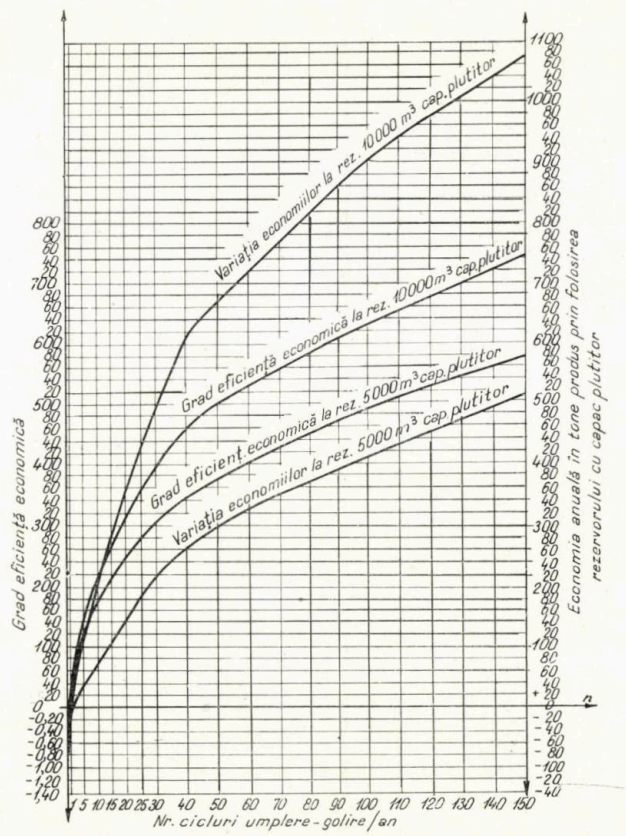


Fig. 2. Benzină auto.

Variația cuantumului acestor economii este prezentată în figura 2.

1. Analizînd datele din tabelele 1 și 2 col. 16 rezultă că la un ciclu de umplere — golire pe an, rezervoarele cu capac fix sînt mai economice, decît rezervoarele cu capac plutitor. De fapt nu se construiesc rezervoare pentru a fi folosite la cîteva umpleri — goliri pe an. Din practica curentă limita maximă de utilizare a unui rezervor este = 365 : 3 zile (pentru o umplere — golire) =121 cicluri, iar limita minimă : 365 : 12≃30 cicluri.

Durata de umplere — golire depinde de capacitatea utilajului de pompare și de diametrul conductei. Durata de depozitare este impusă de împrejurările de exploatare — desfacere.

Se poate considera că rezervoarele au o frecvență de umplere-golire, în medie la 7,3 zile, deci 50 cicluri pe an. În aceste condiții un rezervor cu capac plutitor de 5000 m³ reduce pierderile prin evaporare cu 294,79 t sau 410 m³.

2. Admițînd că economiile evidențiate la punctul 1 sînt mai mici, apare totuși oportun de subliniat că rezervoarele cu capac plutitor pot contribui la recuperarea investiției luate izolat (parc zonal de rezervoare pentru desfacerea de produse către populație) sau în cadrul unei investiții mari.

Volumul valoric al economiilor este direct proporțional cu coeficientul de folosire intensivă și extensivă a rezervoarelor cu capac plutitor.

Gradul de eficiență economică

Raportul cheltuielilor totale anuale ale rezervorului cu capac fix față de rezervorul cu capac plutitor, indică gradul de eficiență economică.

1. Analizînd datele din tabela 1 coloana 16 și variația curbelor gradului de eficiență economică (figura 2), se constată că la 30 de cicluri pe an rezervoarele cu capac plutitor sînt de 3,12 respectiv 4,03 ori mai eficiente decît rezervoarele cu capac fix, iar la 150 cicluri pe an de 5,78 ori la rezervorul de 5000 m³ respectiv de 7,43 ori la rezervorul de 10 000 m³. Observația de la capitolul precedent, punctul 1 este valabilă și la acest indicator economic anume că nu se construiesc rezervoare pentru a fi folosite la mai puțin de 30 cicluri umplere—golire pe an.

2. Presupunînd că într-un an, o unitate industrială are de vehiculat circa 350 mii t benzina auto se pune problema depozitării produsului în rezervoare cu capac plutitor. Ce capacitate trebuie să aibă rezervoarele?

Se poate utiliza :

a) Un rezervor de 10 000 m³ a cărui capacitate este de 361,1 mii t la 50 cicluri pe an. Gradul de eficiență economică este de 5,01 (col.16).

b) Două rezervoare de 5000 m³ a căror capacitate la 50 cicluri pe an este de 2 × 177,5 = = 355 mii t. Gradul de eficiență economică în acest caz este de 3,82.

Rezultă că prin folosirea unui rezervor de o anumită capacitate în loc de două rezervoare avînd capacitatea pe jumătate din a rezervorului mare, se realizează avantaje economice importante. Corelarea cifrelor tabelelor 1 și 2 confirmă acest fapt la rezervoarele cu capac plutitor. La rezervorul de 10 000 m³ cu capac fix, conform datelor informative, corelarea nu se respectă (din cauza coeficienților de mortizare care sînt de două ori mai mari ca la rezervoarele de 5 000 m³ cu capac fix).

Termenul de recuperare a investiției

Din practica curentă se constată că un rezervor își poate menține caracteristicile care conferă capacitatea lui de utilizare, pe o durată de circa 40 de ani.

În acest interval de timp, s-a admis de la început că, rezervorul poate fi supus unor reparații capitale.

Se mai cunoaște faptul că un rezervor cu capac plutitor este mai scump decît un rezervor cu capac fix și că prin reducerea pierderilor prin evaporare, rezervoarele cu capac plutitor creează economii (din diferența de cheltuieli totale).

Prin raportarea diferenței de investiție la diferența de cheltuieli se obțin termenele de

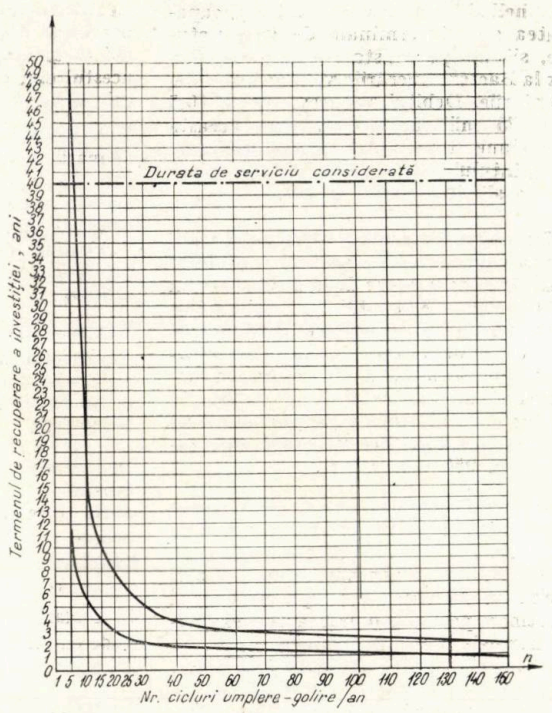


Fig. 3. Benzină auto.

recuperare (calculate în tabela 1 col. 17 pentru fiecare rezervor și ciclu, în parte). Variația termenului de recuperare este prezentată în figura 3.

1. Termenul de recuperare a investiţiei este invers proporţional cu numărul de cicluri umplere—golire pe an, cazurile cu $n<30$ excluzîndu-se din practică.

Din reprezentarea grafică mai rezultă că un rezervor de 10 000 m³ cu capac plutitor se amortizează mai repede decît un rezervor de 5 000 m³ de acelaşi tip.

Se mai poate preciza că pe durata de serviciu considerată la 40 ani, un rezervor cu capac plutitor îşi poate recupera investiţia de cîteva ori (în medie circa 8 ori).

Din cele de mai sus, rezultă că rezervoarele cu capac plutitor sînt mai avantajoase economic decît cele cu capac fix.

Utilizarea rezervoarelor cu capac plutitor aduce şi alte avantaje :

a) Reduce degradarea calităţii produsului depozitat atît prin împiedicarea evaporării părţilor volatile cele mai valoroase, cît şi prin nepătrunderea umidităţii atmosferice sau imposibilitatea formării apei de condens în spaţiul de vapori al rezervorului.

b) Reduce pericolul de incendiu din parcurile de rezervoare, unde se depozitează produse petroliere uşor volatile.

c) Reduce gradul de poluare a atmosferei.

d) Coroziunile rezervorului cu capac plutitor sînt mai mici faţă de cele ale rezervorului cu capac fix.

În concluzie, depozitarea produselor petroliere uşor volatile este mai economicoasă în cazul cînd se face în rezervoare cu capac plutitor, decît în rezervoare cu capac fix.

BIBLIOGRAFIE

1. B a r u s, D. În : Petrol şi Gaze, **22**, nr. 6, 1971.

INFORMAŢII TEHNICO—ECONOMICE

În **Canada** s-a confirmat importanţa zăcămîntului de la Atkinson, în delta lui Mackenzie unde puţul forat a atins un strat de petrol de 420 m grosime.

În **Marea Britanie**, consorţiul de cercetări şi exploatare a hidrocarburilor din Marea Nordului, constituit din societăţile Shell şi Esso va mări cu 50 % capacitatea staţiei terminale de gaze naturale, situate pe coasta comitatului Norfolk la Bacton. Lucrările vor costa 800 000 lire sterile. Debitul va creşte de la 10,5 la 15,75 miliarde m³/an. Prin această extensiune se va putea primi producţia zăcămîntului Indefatgable, dat în exploatare la sfîrşitul anului trecut.

În **Republica Federală a Germaniei** va fi mărită capacitatea de tratare a ţiţeiului a rafinăriei de la Spire de la 2 550 000 t/an la 7 000 000 — 8 000 000 t/an, prin extinderea unităţii de distilare existentă şi prin construirea unei unităţi de reformare, a unei unităţi de desulfurare a motorinei şi a unor instalaţii de tratare a gazelor şi de separare a gazelor de petrol lichefiate. Investiţiile necesare sînt estimate la 250 mil. D. M.

În **R.F. a Germaniei** societăţile Brigitta şi Elwerath deţin în prezent o reţea de transport a gazelor naturale în lungime de circa 1300 km, revenindu-le ca furnizori sarcini importante de supraveghere şi întreţinere pentru asigurarea unei exploatări normale şi fără întreruperi.

Se descriu succint utilajele de dotaţie, mijloacele de transport şi materiale ce servesc lucrărilor de supraveghere, întreţinere, reparaţii, racorduri noi etc. În ultima vreme se practică tot mai des supravegherea traseelor de conducte magistrale cu avioane de serviciu.

În **U.R.S.S.**, geologii sovietici au descoperit un important zăcămînt de petrol — al cincisprezecelea în cursul acestui an — în regiunea Tiumen, în Siberia şi un altul la circa 60 km de această regiune, la Samotlo.

În regiunea Orenburg a fost descoperit un zăcămînt de gaze naturale ale cărui rezerve recuperabile ar fi de 1 600 miliarde m³.

În **R.D.G.** producţia de gaze naturale s-a dezvoltat din 1969 prin descoperirea de noi zăcăminte. Se prevede că la sfîrşitul acestui cincinal producţia de gaze naturale să fie de 14 miliarde m³.

În **U.R.S.S.** a început construirea unei noi rafinării la Achinsk, în centrul Siberiei, care va fi dată în funcţiune la sfîrşitul acestui cincinal şi care va fi cea mai mare rafinărie din Uniunea Sovietică. Aprovizionarea acestei rafinării va fi asigurată printr-o derivaţie a conductei Tuimazy-Irkutsk.

În **Marea Britanie**, guvernul a autorizat construcţia unei conducte de transport al produselor finite, de 265 mile lungime de la Milford Haven la Midlands şi la Mancester.

În **U.R.S.S.** exportul de petrol în cursul acestui an — efectuat în cea mai mare parte prin conducta Drujba — va cuprinde : 11,9 mil. t în Cehoslovacia, 11,6 mil. t în Republica Democrată Germană, 9,6 mil. t în Polonia şi 5,5 mil. t în Ungaria, în total 38,6 mil. t. Se prevede ca, în anul 1975, exportul de petrol să atingă cifra de 50 mil. t.

În **Italia** a fost mărită cantitatea rezervelor minime în stoc pentru rafinării de la echivalentul a 60 zile în anul trecut la 70 de zile de consum al anului precedent. Guvernul are intenţia de a mări această valoare cu echivalentul a încă 5 zile în fiecare an pînă cînd se va atinge echivalentul consumului a 90 zile.

În **Elveţia**, Consiliul Federal a decis mărirea suprataxei asupra carburanţilor de la 15 la 20 centime la litru. Această suprataxă are ca scop exclusiv finanţarea construirii şi întreţinerii drumurilor.

În **Spania** s-a format o nouă societate petrolieră, l'European Nacional de Petroles din Tarragona pentru a construi noua rafinărie cu o capacitate de 7 mil. t/an în apropiere de Tarragona.

În **Iran**, Banca Mondială va împrumuta 32 mil. dolari din cele 46 mil. necesare pentru îmbunătăţirea reţelei de conducte din interiorul ţării. NIOC va mări capacitatea conductei de transport al ţiţeiului de la Ahwaz la rafinăria de la Teheran, de la 4 700 000 t/an la 5 800 000 t/an, va construi o conductă cu o capacitate iniţială de transport al motorinei de la Teheran la Tabriz de 875 000 t/an şi va mări de la 700 000 la 1 250 000 t/an capacitatea conductei de transport al produselor finite de la Teheran la Mashad.

În **Coreea de Sud**, Hyndai Construction Company va instala la Mito Bay un şantier de construcţii navale, care va costa 60 mil. dolari, a cărui producţie anuală va fi de 5 tancuri de petrol de 260 000 tdw.

În **Japonia**, pentru a asigura aprovizionarea în timpul iernii cu distilate medii şi cu păcură uşoară ministerul comerţului internaţional şi al industriei a aprobat terminarea în luna ianuarie a patru extinderi de rafinării care urmau să fie terminate în luna aprilie a acestui an. Mărirea totală a capacităţii de rafinare, de 260 000 barile/zi, provine din rafinăriile de la Kawasaki, Chiba, Yokkaichi şi Negishi.

Tendinţe actuale în echiparea staţiilor de comprimare montate pe sistemele de transportat gaze

N. Bălan şi I. Geangălă

În toate ţările cu industrie gazeiferă dezvoltată acoperirea vîrfurilor de consum şi asigurarea continuităţii livrărilor constituie probleme majore permanente.

În plus, în situaţia în care energia de zăcămînt constă din destinderea elastică a gazelor, declinul de presiune în timp este direct proporţional cu volumul total al gazelor extrase. Corolarul acestei legi naturale implacabile este o altă lege tehnico-economică cu efecte similare pretutindeni, care constă în refacerea presiunilor şi deci a debitelor pe sistemele de transportat gaz la mare distanţă.

Soluţia curent uzitată pentru rezolvarea aspectelor arătate constă în montarea şi punerea în funcţiune a instalaţiilor de comprimare şi recomprimare mecanică.

Pentru a evita diversificarea abundentă a soluţiilor privind refacerea presiunii din cîmpuri şi a trata cît mai complet multiplele aspecte ale temei enunţate, în cele ce urmează se va analiza, în exclusivitate, unele probleme privind staţiile intermediare de comprimare amplasate pe traseul conductelor magistrale.

Rezolvarea concomitentă atît a aspectelor pur productive, cît şi a celor de exploatare intensivă — conducte magistrale — a dus, în majoritatea cazurilor, la introducerea turbocompresoarelor.

Este îndeosebi cunoscut faptul că compresoarele centrifugale pot fi antrenate de motoare electrice, motoare termice, turbine cu abur şi turbine cu gaze. Evident, ultima variantă de acţionare oferă avantaje maxime.

Iată de ce un loc aparte în dezvoltarea vertiginoasă a agregatelor de comprimare este deţinut de evoluţia turbinelor cu gaze.

Pentru a ilustra cît mai complet acest lucru, trebuie amintit că primul grup gen turbocompresor a fost montat în anul 1949, iar turbinele cu gaze au fost, în genere, acceptate în industria gazeiferă începînd cu anul următor.

Dacă în anul 1952 existau deja 14 tipuri de turbine industriale, care însumau o putere instalată evaluată la 70 000 CP, în anul 1953 erau instalate 21 tipuri diferite de turbine cu gaze, care dezvoltau o putere de circa 110 000 CP.

În anul 1961, sînt înregistrate numai pe teritoriul S.U.A. 184 de staţii de turbocompresoare, avînd o putere instalată de 421 mii kW. La Congresul internaţional al gazelor de la Hamburg, ţinut în 1967, s-a estimat că la acea dată existau în lume peste 450 de turbine montate pe sistemele de transportat gaze. Ritmul susţinut de creştere a producţiei mondiale de turbine cu gaze este confirmat de comunicările făcute în cadrul celei de-a XII-a Conferinţe naţionale asupra turbinelor cu gaze (Houston 1968), unde se arată că în intervalul 1952—1967 uzinele constructoare din S.U.A. au livrat 600 de unităţi, însumînd o putere de 2,5 mil. CP. Spre a completa aceste date orientative, se precizează că, în intervalul 1959—1970, patru mari firme europene au produs 95 de unităţi destinate transportului de gaze, totalizînd o putere de circa 340 mii kW.

În prezent, atît în ţara noastră, cît şi în lume, există în exploatare sau în curs de construcţie un însemnat număr de grupuri de comprimare antrenate de turbine cu gaze, apreciat la peste o mie.

Cu toate progresele dobîndite, nu se poate afirma că există încă soluţii tehnice definitive sau modele stricte de echipare, de dispunere a utilajelor, de automatizare etc. a staţiilor de turbocompresoare.

Spre elucidare, se citează cazul a şase mari societăţi de producţie şi de transportat gaze naturale din Statele Unite, care utilizează tot atîtea moduri de adaptare a turbinelor cu gaze şi construcţie a staţiilor de turbocompresoare, fiecare avînd certe avantaje tehnico-economice.

Deosebit de semnificativ este şi cazul complexului de dirijare, comprimare şi automatizare Omen (Olanda), considerat ca cel mai mare din Europa, proiectat pentru o putere finală de 300 000 CP şi care a adaptat echipament diferit atît în ceea ce priveşte maşinile de forţă (turbine „General Electric" pentru Omen I şi „Rolls — Royce" pentru Omen II), cît şi pentru compresoarele centrifugale („Cooper — Bessemer" respectiv „Ingersoll — Rand").

În scopul orientării şi conturării cîtorva principii de bază în stabilirea echipamentelor, principii recunoscute sau demonstrate prin calcule, se vor prezenta succint şi comparativ instalaţiile existente, precum şi metodologia aplicată în alegerea tipului de instalaţie.

Trebuind menţionat faptul că introducerea turbinelor cu gaze antrenînd compresoare cen-

trifugale montate pe conductele de transport a impus dezvoltarea următoarelor domenii fundamentale :

1) calculul, construcţia şi montajul turbinelor cu gaze ;

2) conceperea compresoarelor centrifugale împreună cu sistemele de protecţie antipompaj ;

3) aparataj de protecţie, comandă şi automatizare a staţiilor de comprimare ;

4) definirea indicatorilor tehnico - economici şi eficienţa procesului de comprimare.

Ponderea deosebită, atît în cadrul instalaţiei cît şi din punct de vedere valoric, este deţinută de agregatul tehnologic principal, adică de turbina cu gaze, care va constitui subiectul capitolelor ce urmează. Dezvoltarea celorlalte teme necesitînd un spaţiu extins, vor fi tratate separat în cadrul unor materiale viitoare.

SISTEME CONSTRUCTIVE ŞI DE MONTAJ AL TURBINELOR CU GAZE

După cum se cunoaşte, o turbină poate întrebuinţa energia unui fluid indiferent de starea sa de agregare, astfel încît ele pot fi acţionate de apă, abur sau gaze naturale.

Teoria care stă la baza construcţiei turbinei cu gaze utilizată în industria gazeiferă constă în transformarea energiei chimice a fluidului, mai întîi în energie cinetică, iar apoi în energie mecanică, materializată în puterea de antrenare la ultimul cuplaj.

Patentul pentru o turbină cu gaze, aparţine lui John Barber, şi a fost înregistrat în Marea Britanie în anul 1791. Acest patent al unei noi maşini nu a constituit o excepţie, aşa încît el nu a fost realizat timp de peste 80 de ani sau, mai precis, pînă în 1871, cînd F. Stolze construieşte în Germania prima turbină cu gaze.

Variantele industriale ale turbinelor cu gaze care au fost create în decursul vremii nu se deosebesc esenţial de prototipul iniţial.

Principiul turbinei cu gaze industriale rezidă în introducerea aerului debitat de un compresor axial în camerele de ardere, unde se amestecă cu fluidul ignifug iar în urma combustiei rezultă gazele arse, care sînt conduse în turbina propriu zisă la o temperatură de circa 500—750°C. Energia cinetică a gazelor calde determină rotirea axului sau a axelor la viteza de ordinul a 5 000 — 7 200 rot./min. Cu cît temperatura gazelor este mai înaltă, turbina generează o putere sporită şi în acest mod energia calorică este transformată în energie mecanică, produsă în limitele 2 la 50 MW.

Acest principiu a fost ulterior larg aplicat în aeronautică, iar contemporanii au cunoscut propulsia cu jet. Primul studiu al acestei maşini termice, introduse iniţial în industria aeronautică, aparţine francezului Rene Torin şi a fost publicat în anul 1913. Cu toate acestea, primul proiect de execuţie a unui motor turbopropulsor a fost întocmit de un grup de specialişti din cadrul aviaţiei engleze sub conducerea lui Frank Whittler, iar primul zbor a avut loc de-abia în 1939.

Iniţial, în industria gazeiferă au fost introduse turbinele de tip industrial cu ardere la presiune constantă şi ciclu deschis.

Schema unei astfel de instalaţii este redată în figura 1, iar în figura 2 este reprezentat ciclul de funcţionare.

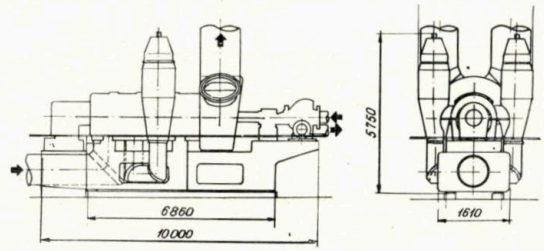


Fig. 1.

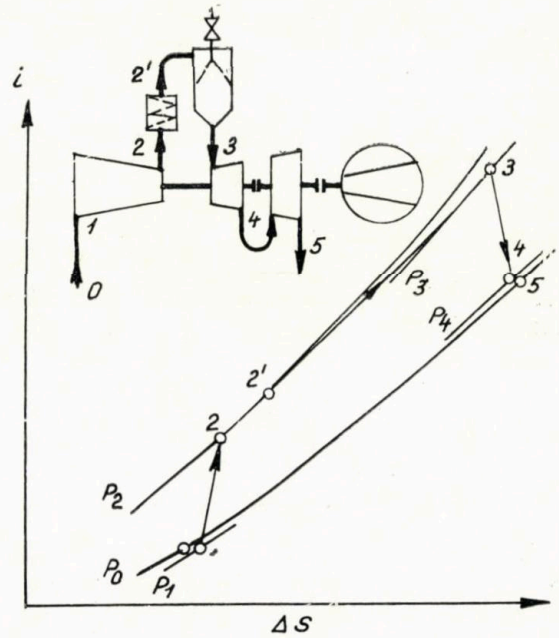


Fig. 2.

Este de remarcat faptul că la aceste turbine, care au un regim termic mediu, sistemul de alimentare şi combustie deţine o pondere însemnată. Compresoarele de aer sînt, de obicei, axiale — multietajate — şi reclamă aproximativ 60 — 70 % din puterea dezvoltată, fiind în acelaşi timp piesa cea mai voluminoasă şi mai grea.

De asemenea, camerele de combustie au dimensiuni variabile, dar apreciabile, pot exista una sau mai multe, de obicei două, şi pot fi dispuse vertical şi adiacent turbinei. Pentru realizarea unei flexibilităţi corespunzătoare a compresorului centrifugal, turbinele cu gaze folosite în transportul pe conducte au doi arbori cu viteze de rotaţie diferite.

Un progres substanțial a avut loc o dată cu crearea turbinelor intermediare, între vechile tipuri de turbine cu gaze clasice și cele derivate din turbinele aviatice. Rezultatul a constat în apariția unor turbine simțitor îmbunătățite, așa cum se poate vedea schematic în figura 3.

O astfel de mașină are raportul de compresiune al compresorului axial dublu față de turbina obișnuită, dezvoltă puteri specifice superioare turbinelor industriale, însă limitele la

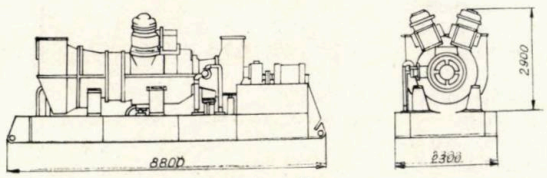


Fig. 3.

6 000 kW și într-o gamă largă de turații la axul II (4500—7 000 rot./min.), pe cînd axul I are viteza maximă de 11,500 rot/min. pentru o temperatură a amestecului gazos de 840°C. Se remarcă faptul că acum camerele de combustie sînt simțitor reduse și dispuse în „V".

Perfecționarea rapidă și performanțele explozive ale motoarelor cu reacție din aviație au determinat instalarea acestora și în cadrul stațiilor intermediare de comprimare.

Deosebirea esențială între turbinele industriale anterioare și cele aviatice constă în dispariția camerelor de ardere și reducerea considerabilă a sistemului de alimentare. Gazele fierbinți produse în generatorul de gaze pun în mișcare turbina propriu-zisă, care, la rîndul său, transmite puterea mașinii de lucru, așa cum apare și în modelul din figura 4. În acest

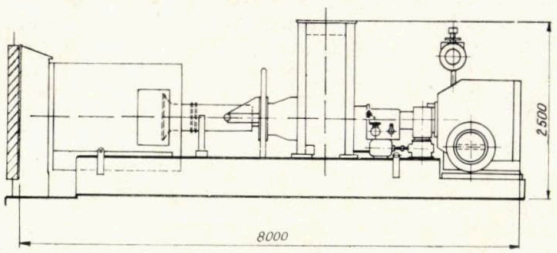


Fig. 4.

mod sînt realizate puteri însemnate într-o gamă largă de viteze la ultimul ax cuprinse între 5 000 și 9 500 rot./min. Turațiile generatorului de gaze sînt de ordinul a 8 500 — 16 700 rot./min, iar temperatura gazelor de 500 — —620°C.

Actualmente, diapazonul turbinelor de aviație destinate industriei gazeifere este limitat la două domenii de putere:

a) 1 000 — 4 000 CP;

b) 7 000 — 15 000 CP.

Progresele realizate în funcționare cu un regim foarte ridicat al temperaturilor, obținerea unor randamente termice superioare, consumul redus de combustibil, simplitatea construcției, raportul foarte redus între greutate și putere, montajul simplu și cu minimum de construcții sînt factorii care contribuie la economicitatea stațiilor dotate cu asemenea turbine.

Datorită cercetărilor continue, perioada de funcționare între demontările succesive aferente reviziilor sau reparațiilor se situează la niveluri tot mai sporite, și de aceea costul întreținerii turbinelor cu jet se compară favorabil cu cel al turbinelor cu gaze de tip industrial și cu unitățile de gazomotocompresoare.

Reprezentativă pentru expansiunea utilizării turbinelor cu jet în industria gazeiferă este situația puterilor instalate în unitățile de comprimare ale sistemelor de conducte „Trans — Canada Pipe Lines", în lungime de aproape 9 000 km. Dacă în anul 1964 erau 364 000 CP instalații, din care 47,7% reveneau turbinelor cu gaze, 47,9% motocompresoarelor, 1,6 % antrenărilor electrice și numai 2,6 % turbinelor aviatice, se ajunge în 1970 la un total de 845 825 CP, din care 46 % sînt furnizați de turbinele aviatice.

Dezvoltarea concomitentă a unor tehnologii avansate ale transportului prin conducte, exigența personalului tehnic din industria gazeiferă au determinat un nivel superior de cunoștințe și, drept rezultat, o analiză din ce în ce mai critică a dezvoltării echipamentelor întrebuințate.

Un pas înainte în dezvoltarea echipamentelor stațiilor de comprimare îl constituie apariția turbinelor din a „doua generație".

Acestea sînt, de fapt, turbine de tip aviatic, la care subtilitățile soluțiilor termodinamice îmbinate cu folosirea unor materiale care permit gradiente termice înalte, temperatura gazelor la intrare în turbină putînd atinge 950 — 1070°C, au permis obținerea unor consumuri de combustibil apropiate de motoarele Diesel moderne (circa 2000 kcal/CP/h) și durabilități de ordinul a 20 — 30 000 ore.

Avantajul primordial al acestor mașini rezidă în proprietatea turbinelor cu gaze de a permite supraîncărcări importante — de 15—25% din sarcina nominală — numai pe seama scăderii temperaturii ambiante.

În ideea reducerii la maximum a cheltuielilor de investiții, scurtării timpului de montaj și punerii în producție pentru zonele cu climat cald, s-au conceput instalațiile de comprimare compactizate tip „Package", care oferă avantaje economice suplimentare.

Este demn de arătat că, în ultimul timp, turbinele aviatice capătă o pondere ascendentă în ramura energetică, unde sînt folosite ca mașini de forță în centralele electrice fixe sau mobile pentru acoperirea vîrfurilor, dat

fiind faptul că ating capacitatea proiectării în scurt timp. În această direcţie, citează cazul termocentralei de la Kazan U.R.S.S., care va produce 140 MW, utilizînd turbine aviatice uzate de la turboreactoarele „TU—104".

CRITERII DE SELECŢIE

Diversitatea agregatelor concepute şi variantele de dispunere a utilajelor în cadrul unei instalaţii de comprimare, faţă de multitudinea situaţiilor practice ce trebuie soluţionate, face ca luarea unei decizii asupra tipului de agregat să constituie adesea o problemă. Deşi în majoritate controversate, s-au cristalizat în timp o serie de criterii privind aprecierea şi selectarea utilajelor tehnologice.

Se subliniază faptul că criteriile semnificative folosite la alegerea unei instalaţii de comprimare variază în limite largi de la o întreprindere la alta, de la o ţară la alta, după zone climatice, după regimul funcţional, după altitudinea amplasamentelor, modul de comandă ş.a.

În general, considerentele se pot grupa în două mari grupe, şi anume performanţele tehnice şi economicitatea.

Criteriile de perfecţionare nu cuprind numai capacitatea de a produce putere şi de a avea un anumit randament, ci şi în modul de asamblare, fiabilitatea, necesităţile de întreţinere, compatibilitatea cuplării cu instalaţiile aflate deja în funcţiune etc.

Economicitatea include : costul iniţial, timpul de montaj, cheltuielile de întreţinere, volumul pieselor de schimb, consumurile de lubrifianţi, energie şi combustibil, costurile automatizărilor, cheltuielile de transport, calificarea şi salariile personalului de deservire, durata staţionărilor ş.a.

În acest context, procesul de selecţie devine uneori o analiză sofisticată a costurilor diverselor alternative. De aceea, este indicat ca orice rezultat sau calcul să fie interpretat şi aplicat recurgînd pe larg la experienţa de şantier, adaptîndu-se la modificările aduse în cursul funcţionării de durată a instalaţiilor existente.

În continuare vor fi tratate succint criteriile care oferă informaţii asupra avantajelor esenţiale ale instalaţiilor de comprimare dotate cu turbine cu gaze.

A. Performanţele tehnice

1. *Puterea dezvoltată şi raportul putere — greutate.*

În tabela 1 sînt cuprinse caracteristicile şi rapoartele specifice fiecărui tip de turbină cu gaze de putere echivalentă aflat în fabricaţia curentă.

Rezultă că, o dată cu reducerea gabaritelor şi a greutăţilor care sînt însoţite de diminuarea intensităţii vibraţiilor, apar economii însemnate în realizarea staţiilor de comprimare. Aceste economii sînt materializate atît în micşorarea fundaţiilor şi suprafeţelor construite, cît şi în scurtarea duratei de montaj — probe — punere în funcţiune.

TABELA 1

Nr. crt.	Tipul turbinei	Puterea unitară CP nominală	Randament termic, %	Greutate totală, t	Raport, kg/CP	Suprafaţa specifică, m²/CP
1.	Turbină cu gaze industrială cu recuperator de căldură	3900	23—27,5	115	29,5	0,074
2.	Idem dar fără recuperator de căldură	4150	17,2—19,4	42	10,1	0,085
3.	Turbină intermediară cu recuperator	4800	21—26,5	39	8,1	0,066
4.	Turbină aviatică din a „doua generaţie" fără recuperator	4000	26—29	11	2,75	0,0396

O sursă suplimentară de economii o constituie volumul cheltuielilor de manipulare şi de transport al subansamblurilor la locul de montaj.

Turbina de tip aviatic este foarte compactă, avînd majoritatea părţilor anexe integrate sau grupate pe chesonul de susţinere. În schimb, turbinele industriale reclamă instalaţii auxiliare separate, care, la rîndul lor, necesită suprafaţă construită şi un volum mare de interconectări, conducte de alimentare şi diverse lucrări care sînt executate la faţa locului.

2. *Randament termic.* Pentru a comenta acest parametru de o importanţă primordială în cazul turbinelor, se redau sintetic în tabela 2

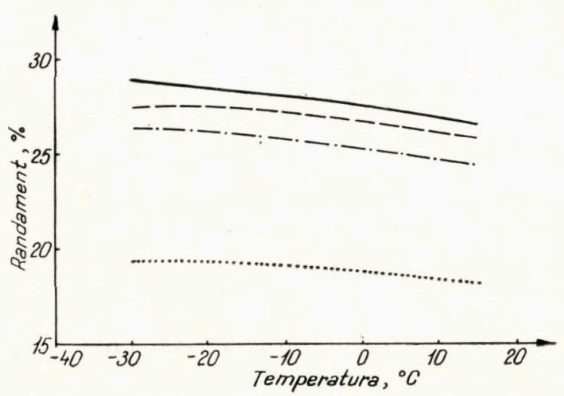


Fig. 5. — — turbină cu gaze industriale cu recuperator de căldură; - - - -turbină cu gaze industriale fără recuperator de căldură; —·— turbină intermediară cu recuperator; — turbină aviatică din a „doua generaţie" fără recuperator.

consumurile de combustibil, iar randamentele fiecărui tip de instalaţie în diagramele din figura 5.

Este momentul de a ne opri asupra problemei oportunităţii recuperatorului de căldură.

Incontestabil, introducerea recuperatorului de căldură sporește eficiența termică a instalației, fapt ce rezultă cu pregnanță din compararea consumurilor de combustibil ale turbinei industriale cu sau fără recuperator, redate în tabela 2.

TABELA 2

Nr. crt.	Tipul turbinei	Consum combustibil	
		kcal/CP/h	m³ gaze/h
1.	Turbina cu gaze industriale, cu recuperator de căldură	3 440 3 250	900 1 170
2.	Idem dar fără recuperator	4 860 4 575	1 750 1 850
3.	Turbină intermediară cu recuperator	4 400 3 500	950 1 200
4.	Turbină aviatică din a ,,doua generație'' fără recuperator	3 301	850 1 110

Definitivarea soluției tehnice are la bază economicitatea antecalculată a recuperatorului, care, la rîndul său, depinde, într-o proporție hotărîtoare, de evoluția costului gazului combustibil.

Un factor important constă în efortul de investiție și în ponderea amortizărilor raportate

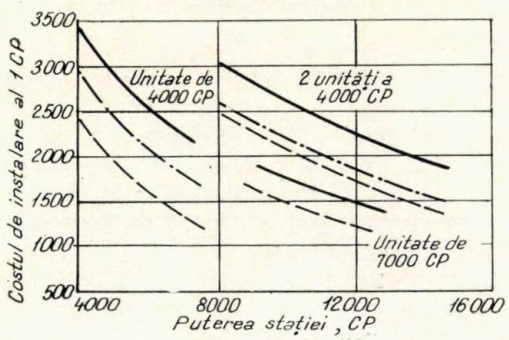


Fig. 6. — agregat cu turbină industrială; — · — agregat cu turbină intermediară; — — agregat cu turbină aviatică.

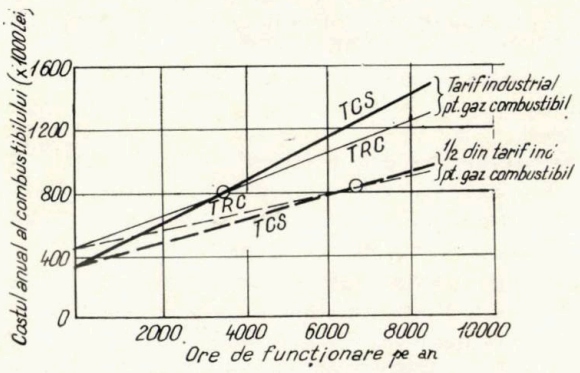


Fig. 7. TRC — turbină cu recuperator de căldură; TCS — turbină cu ciclu simplu.

la valoarea globală a combustibilului economisit anual. Iată de ce în nomogramele din figurile 6 și 7 s-au evidențiat variațiile costurilor de achiziție și de montaj al turbocompresoarelor dotate cu sau fără recuperatoare de căldură și separat costul total al combustibilului consumat în funcție de numărul orelor de exploatare. Este evident că introducerea recuperatorului de căldură oferă avantaje numai în cazul turbinelor avînd puteri unitare de peste 4000 CP și asigurării unor perioade de funcționare anuale mai mari de 6000 ore.

Turbinele cu gaze aviatice, fără camere de ardere, nu pot practic intercala recuperatorul de căldură în fluxul tehnologic.

În ultimul timp se depun eforturi considerabile pentru a combina ciclurile turbinelor cu gaze și abur, în vederea folosirii depline a căldurii evacuate de turbinele cu gaze.

3. *Posibilități de supraîncărcare.* Evidențierea posibilităților de supraîncărcare se face analizînd expresia randamentului real al unei turbine cu gaze care, în forma sa generală, considerînd comprimarea și destinarea izentropică, este:

$$\eta_t = \frac{\gamma \cdot \delta \cdot \psi_e \cdot \eta_T - \frac{\psi_k}{\eta_v}}{(1+\alpha)\cdot\gamma\cdot\left[\delta - \left(1+\frac{\psi_k}{\eta_v}\right)\right]}$$

În cazul echipării cu recuperator de căldură, relația devine:

$$\eta_{t.r} = \frac{\gamma \cdot \delta \cdot \psi_e\, \eta_T - \frac{\psi_k}{\eta_v}}{(1+\alpha)\,\gamma\left\{\delta - \left(1+\frac{\psi_k}{\eta_v}\right) - \eta_r\left[\delta(1-\eta_T\,\psi_e) - \left(1+\frac{\psi_h}{\eta_v}\right)\right]\right\}}$$

Așadar, randamentul termic depinde de:

$$\gamma = \frac{C_{pT}}{C_{pv}}; \quad \delta = \frac{T_{\max}}{T_0}$$

unde:

$T_{\max}$ — este temperatura maximă a gazelor la intrarea în turbină;

T_0 — temperatura ambiantă;

$\eta_T = 1 - \beta^{-m}$ — randamentul termic teoretic al ciclului teoretic;

$\eta_T = 0{,}88 - 0{,}905$

$m = \frac{k-1}{k}$;

$\beta = \frac{P_1}{P_2}$ — raportul presiunilor extreme ale compresorului axial;

$\psi_R = \frac{T_{\max} - T_5}{\eta_T \cdot T_{\max}}$ — funcția de destindere;

$\psi_k = \frac{\eta_v (T_2 - T_0)}{T_0}$ — funcția de comprimare;

η_v — randamentul volumetric al compresorului axial;

$\eta_r = \frac{T_2' - T_2}{T_5 - T_2}$ — randamentul recuperatorului;

T_2' — temperatura la ieșirea din recuperator;

$(1 + \alpha)$ — factor de corecție.

Din factorii enunțați, influențe preponderente au β și δ, celelalte elemente fiind de mai mică importanță.

Este foarte însemnat faptul că nu temperatura maximă a gazelor la intrarea în turbină este parametrul decisiv, ci raportul δ.

Deci, randamentul instalației depinde într-o mai mare măsură de valoarea temperaturii aerului la aspirația compresorului axial, așa încît modificarea relativ redusă a acesteia influențează puternic valoarea randamentului termic real, decît aceeași modificare a temperaturii gazelor înaintea turbinei. Este clar de ce turbinele cu gaze aviatice pot lucra cu rezultate excelente la temperaturi exterioare scăzute, de ordinul a 10 — 40°C, cu o temperatură a amestecului combustibil de 600—850°C, ceea ce corespunde unui $\delta = 4{,}59$. Din acest motiv, turbinele aviatice adaptate la sol au prevăzute sisteme de limitare a puterii dezvoltate.

Un raport al temperaturilor la fel de bun obține o turbină cu gaze de tip staționar la $t_0 = 15$°C, numai dacă $t_{max} = 1100$°C, adică la o temperatură pentru care astăzi nu există încă certitudine asupra rezistenței materialului de bază al paletelor la fenomenele de fluaj.

Variațiile temperaturii ambiante au consecințe negative asupra puterii dezvoltate de oricare turbină, în sensul că o creștere cu 5°C determină o scădere a puterii de circa 4%.

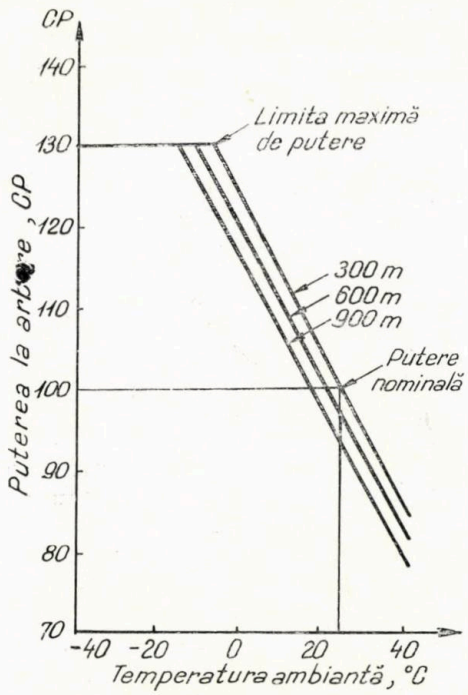


Fig. 8.

Turbinele cu gaze aviatice pot funcționa la temperaturi scăzute cu un spor de pînă la 30 % din puterea nominală, fără a scurta ciclul reviziilor. În condițiile climatului nordic sau de iarnă, această capacitate corespunde cerințelor sporite de livrări gaze, și de ea trebuie să se țină seamă încă din faza de proiectare. Variația puterii dezvoltate în funcție de temperatura exterioară și de altitudinea amplasamentului poate fi urmărită pe nomogramele din figura 8.

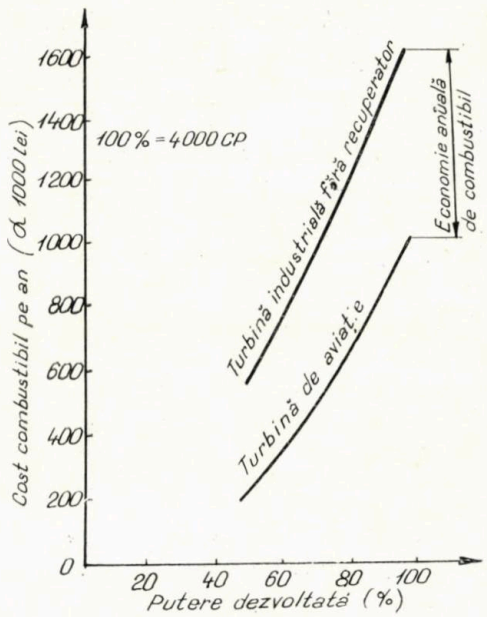


Fig. 9.

Pentru a aprecia performanțele spectaculoase dobîndite de turbinele cu gaze din a „doua generație" este suficient a arăta că randamentul termic atinge 30 %, ceea ce le situează alături de exemplarele cele mai reușite de turbine cu gaze industriale și de motoarele cu piston supraalimentate.

Perfecționările constructive aduse turbinelor din a „doua generație", care conferă calități tehnologice deosebite sînt :

— răcirea forțată a interiorului paletelor;

— material de bază al paletelor mobile capabil să lucreze la temperaturi superioare mașinilor uzuale cu 250—300° C;

— rație de comprimare mărită la compresorul de aer și viteză mare a gazelor în lungul axelor.

În diagrama din figura 9 s-a evidențiat economia anuală de combustibil care apare în cazul utilizării turbinelor aviatice, în locul turbinei industriale fără recuperator.

Aceste turbine de puteri medii și dimensiuni reduse au căpătat o largă răspîndire în industria gazeiferă, care străbate o perioadă de rapidă expansiune, în general, și îndeosebi în construirea stațiilor de comprimare.

4. *Grad de automatizare.* Reglajul turbinei cu gaze urmărește obținerea unei funcționări în regim constant și tranzitoriu, evitarea pompajului compresorului axial la sarcini reduse, evitarea arderilor la dispariția sau mărirea bruscă a sarcinii și îmbunătățirea parametrilor lucrativi pentru atingerea unui randament

optim. Soluționarea dezideratelor enumerate se face, în principal, prin :

— reglajul debitului de gaz combustibil ;

— statoare cu palete reglabile ;

— evacuarea parțială între treptele compresorului de aer.

Pe baza dependenței dintre sarcină și turația mașinii antrenate se determină caracteristica statică a sistemului de reglare. În funcție de această caracteristică se aleg mărimile reglate, iar apoi mărimea de impuls. Transmiterea și amplificarea impulsurilor se face pe cale hidraulică sau pe cale electrică. Toate instalațiile folosesc exclusiv sistemul de reglare cu transmitere indirectă.

Parametrul comandat și reglat poate fi presiunea de refulare, presiunea de aspirație sau debitul compresorului centrifugal de gaz.

În oricare din situații, pe panoul de comandă există, pe lîngă aparatajul indicator și înregistrator, un programator care permite creșterea sau reducerea treptată a mărimii respective.

La emiterea unei comenzi de majorare, de exemplu, a presiunii, turbina se ambalează pînă la limita de putere corespunzătoare temperaturii ambiante, respectiv pînă la temperatura maximă supravegheată și protejată prin sistemul de securitate.

Principiul fundamental al reglajului turbinei cu gaze constă în aceea că mărimea comandată (turația sau temperatura) este întotdeauna cea mai mică dintre cei doi parametri reglați. Depășirea uneia dintre valorile prescrise este astfel exclusă.

Dat fiind regimul variabil al debitelor și presiunilor din conducta magistrală, este clar că numai rareori agregatele vor funcționa în punctul nominal de calcul. Practic, mașina împreună cu sistemul ei de reglaj se concep așa încît să încadreze punctele efective de funcționare dintre limitele extreme de variație a vitezei și, bineînțeles, deasupra zonei de apariție a fenomenului de pompaj al compresorului centrifugal.

Primele instalații industriale au fost echipate cu sisteme de automatizare comandate manual și care necesitau neapărat supravegherea operațională, îndeosebi în perioadele de pornire — oprire.

Turbinele intermediare, dar în special cele aviatice, sînt prevăzute cu programatoare secvenționale, așa încît personalul de deservire este simțitor redus, acestea pretîndu-se la telecomandă.

B. Indicatori de exploatare

Determinarea și alegerea agregatului optim cu care urmează să fie echipată o stație de comprimare nu poate fi separate de stabilirea prealabilă a indicatorilor de exploatare.

Trebuie subliniat faptul că încă din faza de proiectare trebuie să se calculeze, pe baza datelor de producție preconizate, indici de exploatare care să orienteze atît alegerea turbocompresorului, cît și definitivarea numărului de grupuri din cadrul unui obiectiv.

Pentru determinarea indicilor se fac notațiile convenționale :

OC — ore calendaristice ;

OP — ore planificate de funcționare ;

OF — ore de funcționare ;

OSN — ore de staționare, opriri și întreruperi neprevăzute ;

OSV — ore de staționare și opriri voite pentru reparații.

Relațiile de calcul împreună cu limitele de variație, admise pentru indici recunoscuți la nivelul tehnicii actuale, se prezintă după cum urmează :

1. *Coeficientul de disponibilitate* $= \frac{OC - (OSN + OSV)}{OC} \times 100$. Valorile curente ale acestui coeficient sînt cuprinse între 99,1 și 99,8 %.

Atît agregatele echipate cu turbine industriale, cît și cele dotate cu motoare aviatice ating valorile indicate în condițiile :

— acoperirea permanentă și la nivelul necesităților cu piese de schimb ;

— asimilarea de metode eficiente de depistare și remediere rapidă a defecțiunilor, îndeosebi a acelora din sistemele de automatizare ;

— instruirea personalului de exploatare pe linia executării unor lucrări de întreținere de bună calitate.

În mod implicit, acest coeficient este influențat de interschimbabilitatea și costul pieselor de schimb, experiența dobîndită de personalul operativ, cît și de cel de coordonare, în exploatarea instalațiilor.

2. *Fiabilitatea* este definită prin raportul $\frac{OC - OSV}{OC} \times 100$. Acest indicator este preponderent determinat de durata de funcționare între două revizii sau reparații consecutive, precum și de însuși timpul afectat unei astfel de operații.

Turbinele industriale au fost garantate pentru durabilități de ordinul a 30 — 40 000 ore, față de cele aviatice prevăzute numai pentru 8 — 10 000 ore.

În schimb, turbinele din a „doua generație" au suferit o serie de îmbunătățiri, datorite elaborării unor oțeluri și aliaje capabile să suporte temperaturi înalte, astfel încît se estimează o funcționare continuă de pînă la 30 000 ore.

Desigur în aceste condiții și sub acest aspect, turbocompresoarele antrenate de turbine aviatice devin competitive.

3. *Grad de utilizare* $= \frac{OF}{PO} \times 100$. Valoarea admisă pe plan mondial se situează la 88,5 și 92,3 %.

Specifice industriei gazeifere de la noi sînt grupurile de comprimare destinate acoperirii vîrfurilor de consum şi, prin urmare, cu un pronunţat caracter sezonier. În această situaţie particulară, timpul planificat coincide cu fondul de timp calendaristic, iar valorile indicatorului amintit ajung uneori la 100 %, dar adesea coboară mult sub limita inferioară susindicată.

$$4.\ Factor\ de\ încărcare = \frac{(N_{efect.} \times OF)}{N_{nom} \times OF} \times 100$$

în care :

N_{efect}.este puterea medie dezvoltată în perioadele active, determinată după nomograma maşinii ;

N_{nom} — puterea nominală cu corecţia de altitudine şi temperatura ambiantă.

În general, se tinde spre o încărcare deplină a fiecărui grup şi chiar la supraîncărcare, beneficiind de calitatea turbinelor cu gaze de a-şi mări puterea pe seama scăderii temperaturii aerului aspirat.

Turbinele industriale ating în majoritatea perioadelor de funcţionare factori de încărcare de 80 — 87,7 %, pe cînd cele acţionate de turbine aviatice de obicei lucrează cu încărcări de 92 %, iar atunci cînd este cazul depăşesc cu uşurinţă 100 %. Dacă amplasamentele sînt situate în zone cu temperaturi scăzute, ajung la 115 şi chiar la 130 %.

5. *Consumuri specifice.* Din acest punct de vedere se iau în consideraţie consumul de gaz combustibil pe CP/oră, consumul zilnic de ulei şi consumul de energie electrică şi aer instrumental.

a. Consumul de gaz are ponderea valorică cea mai importantă şi se află în strînsă dependenţă cu gradul de utilizare, în sensul că variază aproape invers proporţional cu acesta. Turbinele industriale echipate cu recuperatoare de căldură au consumul mediu, în lunile în care gradul de utilizare depăşeşte 80%, cuprins între 0,30 şi 0,35 m^3 CP. oră. În lunile cu număr mic de ore lucrate şi cu grad de utilizare sub 60 %, consumul specific creşte la 0,43 — 0,45m^3 /CP. oră. În perioadele de funcţionare caracterizate printr-o intermitenţă ridicată (peste 12 porniri — opriri) şi sub 500 ore de marş, consumul specific se situează la peste 0,5 m^3/CP. oră.

Turbinele intermediare, dotate cu recuperator parţial, ajung în lunile de funcţionare îndelungată la un consum de 0,44 pînă la 0,65 m^3/CP. oră.

Turbinele aviatice fără recuperator de căldură realizează consumuri specifice foarte apropiate de cele ale turbinelor industriale cu recuperator de căldură.

b. Consumul de ulei este comparativ pentru toate tipurile de turbine, însă costul final este puternic influenţat de calitatea impusă acestuia de regimul tehnic al maşinii. Generatoarele de gaz ale turbinelor aviatice consumă, în genere, uleiuri sintetice neasimilate în producţia indigenă, fapt ce trebuie luat în consideraţie de la început.

c. Consumul de energie electrică este relativ important în cazul turbinelor industriale şi al celor intermediare, îndeosebi în fazele de pregătire a demarajului, iar în timpul funcţionării, datorită furnizării aerului de răcire. Agregatele aviatice, avînd o putere instalată în receptori mult redusă, sînt prevăzute cu sursă proprie de curent electric fapt ce le conferă independenţă totală în timpul mersului faţă de reţeaua externă, care nu este folosită decît în perioadele extreme.

C. Costuri generale de investiţii, întreţinere şi exploatare

În primul rînd se desprind cheltuielile de achiziţie şi montaj, apoi suprafaţa construită pentru 1 CP instalat şi timpul de montaj, rodaj şi probe.

Cheltuielile de achiziţie aferente unui turbocompresor antrenat de o turbină aviatică sînt cu peste 42 % mai reduse decît ale unei unităţi similare, însă la care maşina de forţă este o turbină intermediară cu recuperator. Bineînţeles, în cazul turbinei industriale diferenţa se accentuează.

Timpul de montaj, rodaj şi probe, împreună cu costurile acestora, reprezintă pentru o turbină aviatică numai 25 % din durata corespunzătoare instalării unei turbine industriale şi 50% din cel afectat unei turbine intermediare.

Din punctul de vedere al costului utilajelor raportate la 1000 CP instalaţii, turbina aviatică se situează pe primul loc. În schimb, costurile totale raportate la o tonă de utilaj ating cote maxime în cazul turbinelor intermediare şi aviatice.

În ceea ce priveşte suprafaţa construită raportată la unitatea de putere, turbina aviatică se situează la un nivel minim, celelalte tipuri de unităţi necesitînd construcţii ancambrante şi suprafeţe pe CP instalat cu 65 pînă la 87% mai mari.

Costurile de întreţinere şi exploatare sînt urmărite global şi defalcate pe elementele : amortizări, salarii, materiale şi piese de schimb, combustibil, energie + apă şi alte cheltuieli.

În mod permanent, ponderea cea mai importantă este deţinută de valoarea amortizărilor şi salariilor.

În perioadele de funcţionare intervin cu costuri ridicate combustibilul, lubrifianţii şi energia.

Sub toate aceste aspecte avantaje însemnate oferă turbinele aviatice.

Materialele au o valoare importantă atunci cînd se fac înlocuiri de piese uzate, în timpul reviziilor sau al reparaţiilor, precum şi în cazurile unor accidente tehnice. Este demn de remarcat faptul că la turbinele aviatice costurile specifice ale pieselor de schimb sînt mai ridicate faţă de celelalte tipuri.

Eficiența economică finală a grupurilor de comprimare, indiferent de modul de antrenare, se reflectă în costul pe 1000 m³ gaze comprimate și costul unui CP dezvoltat.

Costul a 1000 m³ gaze vehiculate este, în condițiile aceleiași rații și la debit egal, cel mai redus în cazul grupurilor dotate cu turbine aviatice reprezentînd 83% din costul rezultat în cazul turbinelor industriale cu recuperator și 77,5 % din costul obținut în cazul aplicării turbinelor intermediare cu recuperator parțial.

CONSIDERAȚII VIITOARE

În viitor, alegerea corectă a agregatelor va fi posibilă numai cu ajutorul calculatoarelor de simulare. În acest sens, sînt în curs de realizare programe de calcul care să permită evaluarea avantajelor și dezavantajelor diferitelor tipuri și modele de instalații.

Condițiile de funcționare la parametrii precalculați, atît la regim normal, cît și la regim forțat, vor fi simulate încă din faza de proiectare. În acest mod, orice incompatibilitate între componentele de bază poate fi depistată și evitată prin schimbarea sau modificarea unor detalii astfel încît să nu survină probleme dificile în timpul construcției și exploatării.

Deocamdată se întrevede selecționarea agregatelor pe baza unui nou criteriu de performanță complexă, cunoscut sub denumirea de „cifră de merit".

În fond, acest indicator, care poate fi determinat atît pentru agregatele individuale, cît și pentru întreaga stație, reprezintă însumarea puterii unitare, exprimată în CP, cu cantitatea de gaze consumată, exprimată în Nm³/CP. oră.

PRINCIPII DE BAZĂ IN STABILIREA ECHIPAMENTELOR

1. Agregatele de comprimare echipate cu turbine industriale stabilite au fiabilități ridicate, obțin indici de exploatare acceptabili, sînt relativ simplu de exploatat și de întreținut. Costurile de achiziție, montaj și reparații sînt însă foarte ridicate.

2. Turbinele intermediare capabile să dezvolte puteri superioare în condiții-standard, și apoi tot mai sporite, pe măsura scăderii temperaturii ambiante, sînt recomandate pentru echiparea stațiilor capăt de sistem.

3. Stațiile de comprimare cu regim intermitent sînt echipate curent cu instalații gen „package", acționate de turbine aviatice din a „doua generație", care împletesc calitățile tehnice cu avantajele economice sigure.

4. Nu este rațional ca echipa cu recuperator de căldură turbinele cu gaze care au puteri de la 1000 la 4000 CP dacă acestea nu funcționează 6000 ore anual.

5. Turbinele industriale cu regim permanent de funcționare pot fi dotate cu recuperatoare de căldură, în vederea ridicării randamentului termic, antrenarea turbogeneratoarelor cu abur, încălzirea apei etc.

6. Coeficientul siguranței în funcționare a turbinelor cu gaze folosite în stațiile de comprimare trebuie să aibă valori cuprinse între 98,5 și 99,6 %.

7. La stabilirea tipului de agregat care urmează să echipeze o stație de comprimare trebuie avut în vedere ca factorul de încărcare să fie de peste 92% din sarcina nominală urmărindu-se supraîncărcarea mașinii de forță în limitele constructiv admise.

8. În condițiile climatice din zonele reci și temperate sînt absolut necesare clădiri pentru adăpostirea agregatelor turbocompresoare.

9. Atenuarea zgomotului la nivel de maximum 85 DB se obține prin amenajarea corespunzătoare a încăperilor și prin aplicarea sistemelor de insonorizare la filtrele de aer.

10. Echiparea turbinelor cu gaze ca sursă automată de curent electric rămîne o chestiune controversată.

O parte din specialiști preferă generatoare de curent alternativ antrenate direct de turbine, pe cînd alții, grupurile electrogene independente. Factorul decisiv constă în evaluarea valorii pagubelor pricinuite de nelivrarea gazelor în timpul întreruperii maxime probabile în furnizarea energiei electrice de la rețea.

11. În privința sistemelor de automatizare, orientarea este ca în cazul unităților cu personal de supraveghere permanent să se aplice soluția electro — pneumatică — hidraulică, iar pentru grupurile comandate de la distanță să se adopte sistemele electronice tranzistorizate și undele radio.

12. La alegerea unei noi instalații se va avea în vedere unitarizarea parcului în scopul asigurării interschimbabilității și asimilarea pieselor și subansamblurilor astfel încît să se asigure un grad de continuitate cît mai ridicat.

BIBLIOGRAFIE

1. Kulaghin, I. I. Teoria motoarelor cu reacție cu turbine cu gaze, Editura tehnică, 1954.
2. Schneider, G. Verbrennungskraftmaschinen Kolbenmotoren und Gasturbinenwerke Carl Hanser Verlag, München 1959.
3. Traupel, W. Thermische Turbomaschinen Dampfturbinen, Gasturbinen, Turboverdichter Springer Verlag 1966.
4. Kortunov, A. K., Korsunov, E. C. și Kuznetov, P. L. Gazovaia Promîșlenosti Soedinenîh Statov Ameriki, Moscva 1965.
5. Bentz, K. Use of gas turbine engines to drive compressors in gas pipeline service. Lucrările celei de al XI-lea Congres internațional al industriei de gaze Moscova 1970.
6. Donaghey, D. G. Application of aircraft type turbines for natural gas pipeline systems. Lucrările celui de al XI-lea Congres internațional al industriei de gaze Moscova 1970.
7. Trevor, A. În: Oil Gas J. mart 1971.
8. Klijn, A. I. Gas Compressor Stations of N.V. Nederlandsee Gasunie" Lucrările celui de al XI-lea Congres internațional al industriei de gaze, Moscova 1970.
9. Wright, D. R. și Heard, T. C. Application of gas Turbines and centrifugal compressors to gas system. Lucrările celui de al X-lea Congres internațional al industriei de gaze Hamburg 1967.

Combaterea zgomotului şi a vibraţiilor în rafinării

A. V. Darabont şi F. Moise

Dezvoltarea tuturor ramurilor economiei naţionale, inclusiv cea de prelucrare a ţiţeiului, a condus la o creştere a numărului surselor de zgomot şi de vibraţii, avînd ca urmare poluarea acustică a numeroase locuri de muncă.

Cercetările clinice au arătat că zgomotul şi vibraţiile care depăşesc anumite limite prezintă efecte nocive, cu grave consecinţe pe plan medico-sanitar, prin afectarea sănătăţii şi a capacităţii de muncă a muncitorilor. Aceste aspecte generează în ultima instanţă pierderi economice, care rezultă din scăderea capacităţii de muncă fizică şi intelectuală, scoaterea din circuitul productiv (temporar sau definitiv) a unui număr mare de muncitori, ca urmare a îmbolnăvirilor şi a accidentelor profesionale, concedii medicale plătite şi pensionări premature.

Cercetările au pus în evidenţă, de asemenea, faptul că zgomotul şi vibraţiile care depăşesc anumite intensităţi afectează nefavorabil caracteristicile funcţionale şi de siguranţă ale utilajelor, cu efecte negative asupra siguranţei în exploatarea lor şi asupra calităţii produselor.

Metodele moderne de combatere a zgomotului şi a vibraţiilor urmăresc, în principal, atingerea următoarelor scopuri distincte:

— de natură tehnică, care constă în realizarea de utilaje şi de agregate silenţioase;

— de natura socială, care constă în înlăturarea aspectului de noxă socială pe care îl reprezintă poluarea acustică;

— de natură medico-sanitară, care constă în protejarea individului împotriva efectelor complexe provocate de aceste noxe.

Atingerea obiectivelor propuse implică aplicarea unui complex de măsuri tehnice, sociale şi medico-sanitare, ceea ce presupune angrenarea în această acţiune a unor specialişti din diverse domenii, ca ingineri, fizicieni, matematicieni, medici etc.

Datorită acţiunii nocive a zgomotului asupra organismului uman, a fost necesară stabilirea unor niveluri-limită ale zgomotului, a căror depăşire să nu fie permisă.

În ţara noastră, limitele admise de zgomot la locurile de muncă sînt stabilite în Normele republicane de protecţie a muncii. Limitele admise sînt date de curbele *Cz*, care reprezintă nivelul de presiune acustică L (în dB), în funcţie de frecvenţă f (în Hz), şi sînt valabile pentru toate locurile de muncă.

Curbele *Cz* sînt prezentate în figura 1, iar valorile nivelului de zgomot în funcţie de frecvenţă pentru aceste curbe sînt date în tabela 1.

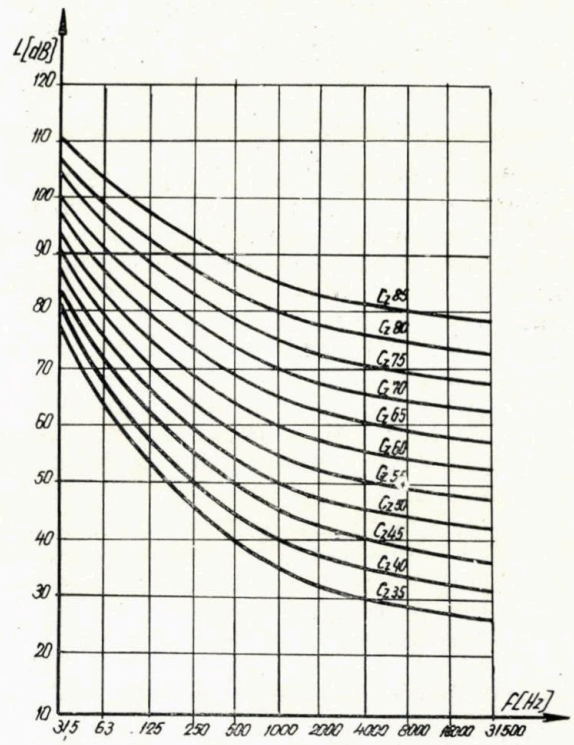


Fig. 1. Curbele-limită admise pentru zgomot.

Curbele *Cz* indicate în tabela 1 sînt valabile pentru acele locuri de muncă în care expunerea la zgomot este permanentă şi pe durată de minimum cinci ore din programul normal de lucru zilnic. Se consideră că zgomotul dintr-un

TABELA 1

Frecvenţa (f), Hz	Curba-limită admisă Cz											Observaţii
	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	
31,5	75	79	82	86	89	91	93	99	103	107	110	Valori
63	63	67	71	75	79	83	87	91	95	99	103	extra-
125	52	57	61	67	70	74	79	83	87	92	96	polate
250	45	49	54	59	63	68	72	77	82	86	91	
500	39	44	49	53	58	63	68	73	78	83	88	
1 000	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	
2 000	32	37	42	47	52	57	63	68	73	78	83	
4 000	29	35	40	45	50	55	60	65	70	76	81	
8 000	28	33	38	44	49	54	59	64	69	74	80	Valori
16 000	27	32	37	43	48	53	58	63	68	73	79	extra-
31 500	26	31	36	42	47	52	57	62	67	72	78	polate

loc de muncă nu se încadrează în limita admisă, atunci cînd curba spectrului său, măsurat cu un fonometru care posedă un set de filtre, depăşeşte curba *Cz* recomandată pentru acel loc de muncă, la una sau mai multe frecvenţe.

La compresoarele cu piston, zgomotul este de natură aerodinamică (la gura conductei de aspirare şi în conducta de refulare, datorită pulsaţiilor curentului de aer) şi de natură mecanică (provocat de toate piesele mobile ale com-

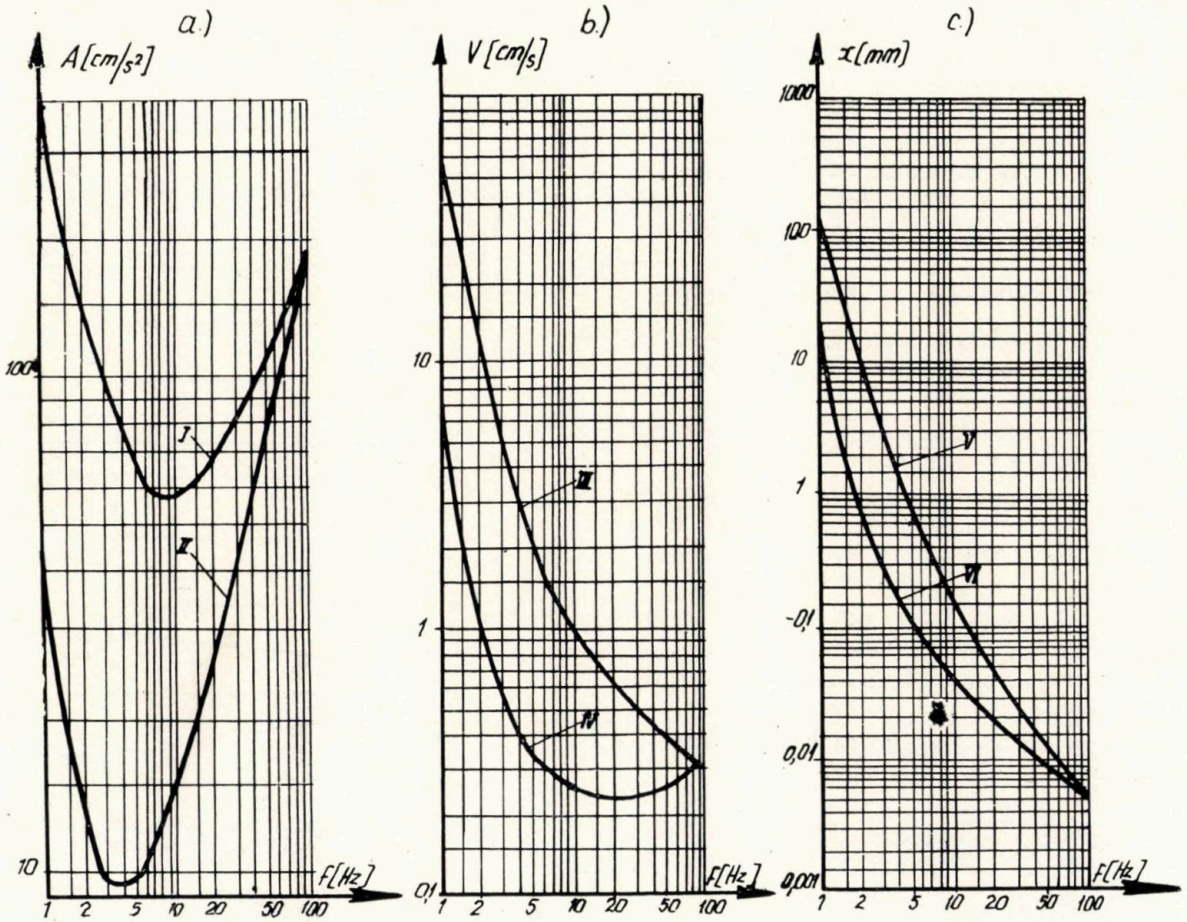


Fig. 2. Curbele-limită admise pentru vibraţii.

Limitele admise pentru mărimile caracteristice ale vibraţiilor (acceleraţia A, viteză V, amplitudinea X) din diferite locuri de muncă, în funcţie de frecvenţă, conform normelor republicane de protecţie a muncii, sînt ilustrate prin curbele din figura 2.

Curbele I, III şi V reprezintă curbele limită admise pentru cazul în care durata de expunere la vibraţii este de scurtă durată (circa 10—15% din programul normal de lucru zilnic), iar curbele II, IV şi VI sînt curbele-limită admise în cazul în care durata de expunere la vibraţii este continuă, pînă la întreg programul normal de lucru zilnic.

1. Sursele de zgomot existente în rafinării

În incinta rafinăriilor există numeroase surse de zgomot. Dintre acestea se citează :

a) *Compresoarele de aer sau de gaze.* Acestea pot fi cu pistoane verticale, cu pistoane orizontale şi turbocompresoare.

presorului, în special de supape şi de vibraţiile batiului şi ale conductelor). Există de asemenea, şi un zgomot de natură electromagnetică, generat de către motorul de antrenare al compresorului.

În cazul turbocompresoarelor şi al turbosuflantelor, predomină zgomotul de natură aerodinamică, ca urmare a turbioanelor create de rotirea rotorului cu turaţii de 3 000 — 18 000 rot./min. Acest zgomot se transmite în bună măsură şi conductei de refulare, care este şi ea o puternică sursă de zgomot. O pondere însemnată o are şi zgomotul de natură electromagnetică, dezvoltat de motorul de antrenare.

b) *Pompele centrifuge.* La aceste tipuri de utilaje predomină zgomotul de natură hidromecanică, ca urmare a spargerii *turbioanelor* de apă de pereţii statorului şi ai conductelor de aspiraţie şi de refulare, precum şi ca urmare a apariţiei fenomenului de cavitaţie. Zgomotele mecanice se datoresc neechilibrării statice şi dinamice a rotorului pompei.

c) *Conductele de gaze sau de aer*. Sînt, de asemenea, surse puternice de zgomot, ca urmare a vibrației pereților conductelor, datorită scurgerii turbulente a gazelor sau a aerului.

d) *Supapele de evacuare a surplusului de aer* cu care sînt dotate unele turbocompresoare, care produc un zgomot cu un pronunțat caracter aerodinamic.

e) *Cuptoarele*, care produc un zgomot de nivel ridicat, datorită arzătoarelor cu gaze.

La toate locurile de muncă aferente utilajelor sau instalațiilor, nivelul zgomotului poate depăși limitele admise de curba Cz85, conform normelor republicane de protecție a muncii.

2. Soluțiile de combatere a zgomotului

În cazul compresoarelor cu piston, zgomotul se poate combate aplicînd un complex de măsuri care constă din :

— montarea unui atenuator de zgomot activ la gura conductei de admisie ;

— intercalarea pe conducta de refulare, în vecinătatea cilindrului, a unui atenuator reactiv, în vederea combaterii pulsațiilor curentului de aer sau gaze ;

— învelirea conductelor de refulare și de admisie cu material fonoizolant ;

— suspendarea elastică a conductelor de pereții încăperii ;

— aplicarea tratamentului acustic pe pereții încăperii.

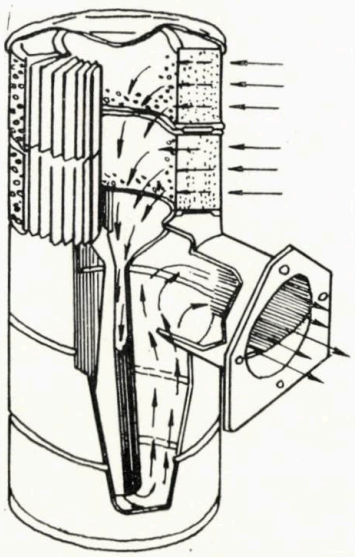


Fig. 3. Construcția atenuatorului de zgomot montat la gura de aspirație a compresoarelor cu piston.

Pentru a combate zgomotul de la gura de aspirație, se poate utiliza un atenuator de tipul celui reprezentat în figura 3.

Acest atenuator este utilizat la compresoarele cu piston produse de firma Atlas-Copco și constă dintr-un rezervor cu un volum determinat, care comunică cu conducta de admisie, legătura cu atmosfera făcîndu-se printr-un tub Venturi. Experimentările efectuate au arătat că, în afară de o bună atenuare a zgomotului,

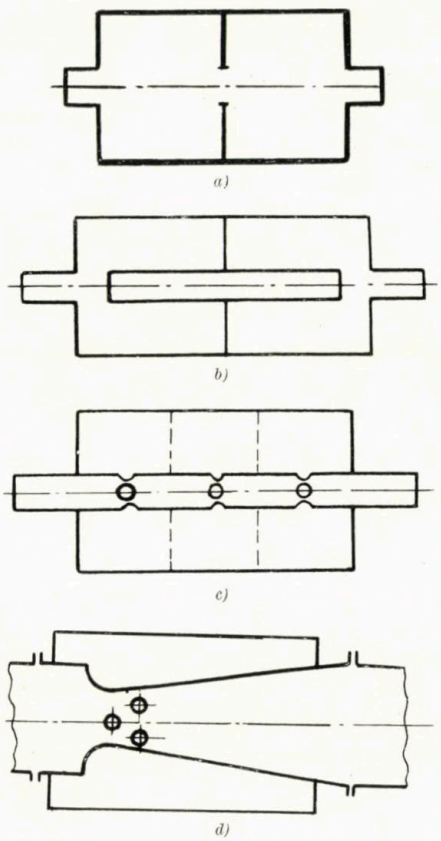


Fig. 4. *a*, *b*, *c* și *d*. Atenuatoare reactive simple, ce se instalează pe conducta de refulare.

prezența atenuatorului nu micșorează performanțele compresorului.

Zgomotul provocat de pulsațiile curentului de aer din conducta de refulare se poate combate prin intercalarea pe conductă a unui atenuator de tip reactiv, simplu, reprezentat în figurile 4 *a*, *b*, *c* și *d*, sau combinat, de tipul celor reprezentate în figurile 5 *a* și *b*.

Pentru a împiedica propagarea în mediul înconjurător a zgomotului provocat de vibrația pereților conductelor de refulare se prevede învelirea acestora cu material fonoizolant, așa cum se arată în figura 6.

Zgomotul provocat de turbosuflante și de turbocompresoare se poate combate aplicînd un complex de măsuri constînd din :

— montarea la conducta de aspirație a unor atenuatoare active (prin absorbție) ;

— tratarea conductelor de aspirație și de refulare cu chit antifonic sau învelirea lor cu material fonoizolant, așa cum se vede în figura 6 ;

— tratarea carcasei turbosuflantelor și a turbocompresoarelor cu chit antifonic ;

— aplicarea pe multiplicatorul de turație al compresoarelor a unei carcase fonoizolante, fonoabsorbante;

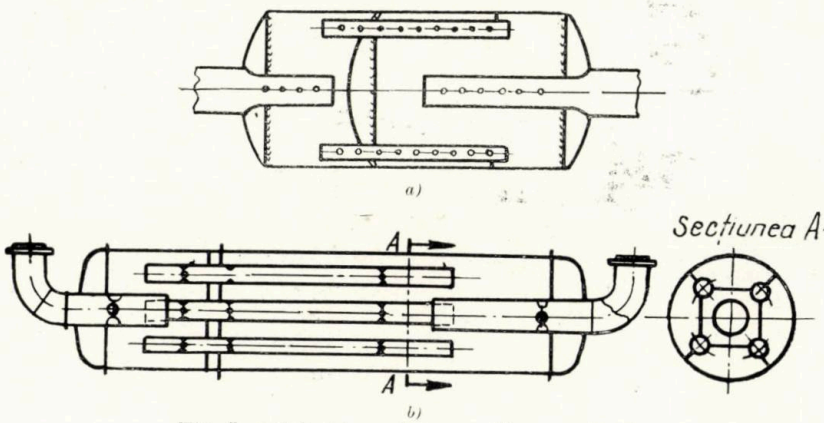


Fig. 5. *a* și *b*. Atenuatoare reactive combinate.

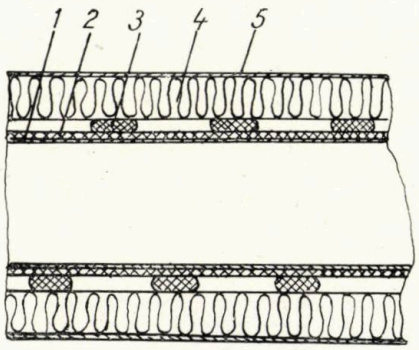


Fig. 6. Izolarea fonică a conductelor de refulare :
1 — conducta ; 2 — chit antifonic ; 3 — șnur vată minerală ; 4 — material fonoizolant ; 5 — tablă de aluminiu.

— carcasarea vanelor cu carcase fonoizolante și fonoabsorbante ;

— carcasarea fonoizolantă, acolo unde este posibil, a motorului electric de antrenare.

Atenuatoarele care se pot aplica la gurile de aspirație sînt de tipul celor prezentate în figurile 7 *a* și *b*.

În cazul pompelor centrifuge, în vederea combaterii zgomotului provocat de acestea se pot lua următoarele măsuri :

— tratarea conductelor de refulare cu chit antifonic sau învelirea lor cu material fonoizolant, așa cum se arată în figura 5 ;

— tratarea corpului pompei cu chit antifonic ;

— aplicarea pe motorul de antrenare al pompei a unei carcase fonoizolante și fonoabsorbante ;

— intercalarea între două pompe alăturate a unor ecrane tratate acustic pe ambele fețe.

Motorul electric de acționare a pompei poate fi dotat cu atenuatoare montate în spațiile de aspirație și de refulare a aerului de răcire, așa cum se vede în figura 8.

Zgomotul de jet al supapelor de evacuare cu care sînt dotate unele turbocompresoare poate fi atenuat prin utilizarea unor atenuatoare de tipul celui reprezentat în figura 9.

3. Noi tipuri de materiale fonoizolante și fonoabsorbante

Gama de materiale fonoizolante și fonoabsorbante cu ajutorul cărora se efectuează

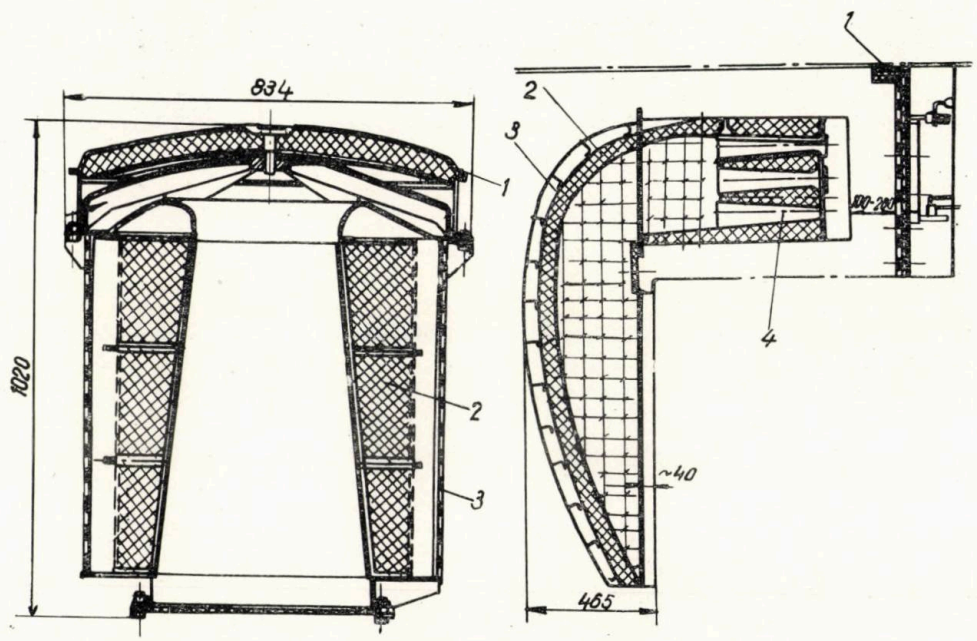


Fig. 7 *a* și *b*. Atenuatoare active care se pot monta la gura conductelor de aspirație :
1 — ecran ; *2* — material fonoizolant ; *3* — corp ; *4* — tub Venturi.

— intercalarea între două compresoare alăturate a unor ecrane tratate acustic pe ambele fețe ;

lucrări de izolări fonice a crescut simțitor în țara noastră.

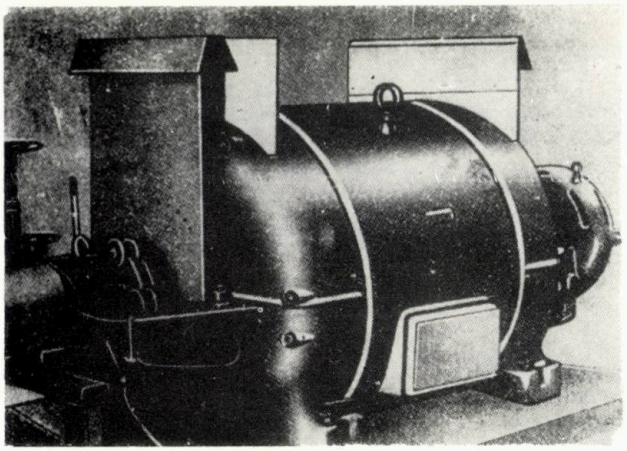


Fig. 8. Motor electric prevăzut cu atenuatoare de zgomot.

Aceste materiale pot fi folosite la executarea diferitelor tipuri de atenuatoare, la izolarea fonică a conductelor, la executarea ecranelor fonoabsorbante și la tratamentul acustic al încăperilor. De remarcat că unele dintre aceste materiale se pot utiliza și la termoizolații.

Vata minerală tip P (STAS 5838 — 67) are densitatea aparentă de 20 — 60 kg/m³ și este un material izolator format din fibre minerale obținute prin fibrizarea unor tipuri de roci minerale ce se pulverizează cu o emulsie de ulei mineral.

procent de liant pe bază de polimeri. Se livrează sub formă de pachete de plăci, de dimensiunile 1 200 × 600 mm și grosimi de 10 și 20 mm. Plăcile fonoabsorbante tip FA — 140/S (stropite), FA—140/V (văruite) și FA—140/P (portante) sînt obținute prin prelucrarea și tratarea plăcilor de vată minerală, așa cum s-a mai arătat. Se utilizează pentru tratamente fonoabsorbante, pentru amortizarea zgomotului, de impact și ca plăci termoizolante. Se livrează sub formă de plăci cu dimensiuni de 600 × 600 mm, cu grosimi cuprinse între 10 și 30 mm.

Plăcile autoportante tip AP/S (stropite) și AP/V (văruite), (M.I.M.C.-N.I.I.—814—69) se execută prin presarea și tratarea plăcilor de vată minerală și sînt armate cu fișii de tablă. Se livrează sub formă de plăci avînd dimensiunile de 1200 × 1 500 mm, cu grosimi de 30, 35, 40 și 50 mm.

Plăcile pentru izolații generale tip G 80 și G 100 (M.I.M.C.-N.I.I. 814—69) pot fi utilizate ca plăci fono și termoizolante și se livrează cu dimensiunile de 1 200 × 600 mm și grosimi de 20, 30 și 40 mm.

Cochilii de vată minerală, care se utilizează pentru izolarea fonică și termică a conductelor. Se livrează cu diametrul interior variind între 17 și 325 mm și cu grosimea peretelui de 20—80 mm.

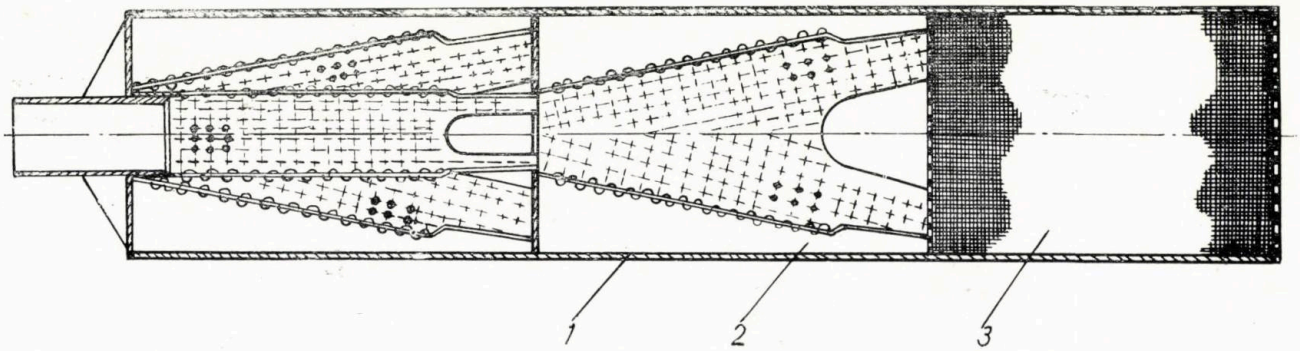


Fig. 9. Atenuatorul de zgomot utilizat la supapele de evacuare :
1 — carcasă ; *2* — camera de detentă ; *3* — țesătură metalică.

Pîsla minerală elastică tipurile P^{20}, P^{40}, P^{60}, P^{90} *M.I.M.C.N.I.I., 814—69* cifrele indicînd densitatea aparentă în kg/m³, este realizată prin presarea vatei minerale și adăugarea unui liant pe bază de polimeri. Se livrează sub formă de plăci de 1 200 × 600 mm, cu grosimi de 20 și 50 mm.

Plăci fonoabsorbante tip FI—90, FI—100, FI—120 M.I.M.C.-N.I.I. 814—69, se execută din plăci de vată minerală obținute prin presarea vatei minerale, căreia i se adaugă un anumit

BIBLIOGRAFIE

1. Grumăzescu, M. ș. a. Combaterea zgomotului și vibrațiilor. Ed. tehnică, București, 1964.
2. Teodorescu, P. și Darabont, Al. Progrese în combaterea zgomotului și vibrațiilor. I.D.T., București, 1970.
3. Darabont, Al. Metode moderne de combatere a zgomotului și vibrațiilor. I.D.T., București, 1971.
4. Teodorescu, P. Noi tipuri de materiale fonoizolante și fonoabsorbante folosite în România. În : Protecția muncii, nr. 7, 1970, p. 3 și 32.
5. Iudin, E. I. Izolarea împotriva zgomotelor. Ed. tehnică, București, 1968.

REALIZĂRI DIN INDUSTRIE

DEPĂȘIREA INDICATORILOR DE PLAN

În schela de extracție — Tîrgoviște se află în curs de aplicare măsuri tehnico-organizatorice menite să contribuie în acest an la depășirea planului de producție globală și marfă cu 0,6%, la țiței extras cu 2 500 t, la gaze utilizabile cu 1,5 mil. m^3 și la gazolină cu 120 t. Productivitatea muncii pe salariat va spori cu 0,6%, iar consumurile specifice la piese pentru pompe de fund vor fi reduse cu 3%, cu o eficiență economică de 80 000 lei.

REDUCEREA PIERDERILOR DE ȚIȚEI

La schela de extracție — Brăila s-a prevăzut pentru acest an depășirea planului la producția globală cu 1,2%, la producția marfă cu 1,3%, la țiței extras cu 10 000 t și la gaze utilizabile cu 7 500 000 m^3. În schelă se aplică în prezent măsuri menite să asigure reducerea pierderilor de țiței și gaze în procesele de manipulare, tratare și transport cu 20% și, respectiv, 15%. De asemenea, se urmărește creșterea gradului de folosire a capacităților de producție și utilizare a fondului de timp la 98%, planul de productivitate a muncii trebuind să se realizeze în procent de 101,3%. Cheltuielile pe 1000 lei producție - marfă se vor reduce cu 6,7 lei, obținîndu-se astfel beneficii peste plan în valoare de 2 200 000 lei.

MĂSURI EFICIENTE PENTRU DEZVOLTAREA PRODUCȚIEI

Colectivul Schelei-Țicleni, care a lansat chemarea la întrecere socialistă către toate colectivele de muncă din schelele de extracție a țițeiului și gazelor, depune o muncă susținută pentru realizarea angajamentelor luate pe anul în curs. Planul urmează să fie depășit la producția globală cu 1,1% la producția marfă cu 1,2%, la țiței extras cu 7 000 t, la gaze utilizabile cu 6 500 000 m^3 și la gazolină cu 200 t. Pentru realizarea și depășirea acestor indicatori s-a trecut la activizarea întregului fond de sonde de țiței și gaze, va crește coeficientul de exploatare a sondelor active la 0,95, iar coeficientul de utilizare a gazelor asociate la 98,5%. Se vor reduce pierderile de țiței și gaze la procesele de tratare — manipulare și transport cu 15% și respectiv cu 10%. Prin aplicarea unor procese și metode de extracție de mare productivitate, ca: tratamente cu substanțe tensio-active, introducerea de filtre și consolidări ale nisipului în strat, injecția de apă și gaze în zăcămînt, debitul mediu/sondă zi va crește cu 3%. Calitatea țițeiului livrat va fi îmbunătățită prin perfecționarea tehnologiei de tratare, astfel ca să poată fi livrat cu 0,3% impurități și 3 kg sare/vagon. Productivitatea muncii pe salariat urmează să crească cu 1,1%, iar cheltuielile la 1000 lei producție se vor reduce cu 5 lei.

SE ÎNTĂREȘTE ACȚIUNEA DE AUTOUTILARE

Printre acțiunile întreprinse la Schela de extracție — Craiova, în ultimul timp, se numără și autoutilarea și recondiționarea. Această activitate a fost extinsă trecîndu-se la confecționarea, cu mijloace proprii, a unor piese, ca: reducții de diferite mărimi, șuruburi, frezoane, discuri de uzură și de calibrare pentru pompele cu abur, renunțîndu-se astfel la aprovizionarea din magazin devenită acum neeconomicoasă.

De curînd gama autoutilării a fost lărgită prin turnarea, în cadrul întreprinderii, a lagărelor pentru compresoare, lagăre care pînă acum se procurau de la uzinele de utilaj petrolier.

DOCUMENTARE

Ghelfgat, Ia. A. ș.a. **Viteza de lucru și prețul de cost criterii ale eficienței economice a procesului de foraj**. În: Nefteanoe hozeaistvo. **50**, nr. 1, ian. 1972, p. 5.

Comparînd rezultatele forajului cu turbină și cu masă a sondelor din Tataria, autorii încearcă să evalueze criteriul eficienței economice a procesului de foraj căutînd în cuprinsul articolului să clarifice importanța principală a vitezei de lucru în soluționarea problemei considerate.

Analiza indicatorilor tehnici și economici realizați, ținînd seama de relația funcțională între viteza de lucru și prețul de cost proprii celor două metode de foraj, se constată că pentru o evaluare și alegere justă a criteriului eficienței procesului de foraj trebuie avut în vedere nu numai costul sondelor, dar și viteza lor de foraj.

Mișcevici, V. I. **Determinarea după datele cercetărilor hidrodinamice a parametrilor stratelor permeabile**. În: Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 1, ian. 1972, p. 24.

În cadrul cercetării sondelor care exploatează orizonturi cu permeabilitate mare pentru explicarea caracterului de deviere a acestor curbe, în lucrare se propune ca procesul de filtrație a lichidului să se considere că se produce simultan după trei legi: relația parabolică pentru mediul cavernos-fisurat, relația Darcy pentru mediul cu porozitate mijlocie și relația filtrației cu depășirea gradienților inițiali de presiune pentru mediul cu porozitate fină. Urmare ipotezei mișcării simultane a lichidului în cele trei medii, rezultă că intensitatea totală de absorbție va fi egală cu suma intensităților de absorbție în fiecare mediu în parte, respectiv că se admite relația trinomă de filtrație a lichidului.

În funcție de predominarea influenței unuia din medii curbele indicatoare pot fi convexe la axa debitelor (cînd predomină influența mediului cavernos-fisurat), drepte (cînd predomină influența mediului cu porozitate mijlocie), concave la axa debitelor (cînd predomină influența mediului cu porozitate fină) și în formă de S cînd influența tuturor mediilor este comensurabilă.

Se propune să se determine separat cantitățile de lichid filtrate prin cele trei medii cavernos-fisurat, cu porozitate medie și cu porozitate fină. S-a dedus formula, care descrie procesul de filtrare a lichidului ținînd seama de coeficientul de mobilitate a fluidului prin mediul poros în funcție de gradientul de presiune.

Metoda propusă permite discriminarea curbelor indicatoare, respectiv determinarea parametrilor stratului absorbant.

* * * **Vibraţiile garniturii de foraj dau instantaneu diagrafia formaţiunii.** În : Oil Gas J. **62, 69**, 1971, noiembrie 8.

Societatea naţională de Petrol din Aquitania (Franţa) a pus la punct o diagrafie instantanee a formaţiunilor bazată pe vibraţia garniturii de foraj, care ar putea furniza date pentru alegerea sapelor şi evaluarea performanţei de foraj, eventual pentru optimizarea automată a forajului. Teoria dinamică consideră sapa ca un generator de unde mecanice într-un sistem complex constituit în principal, din : 1) garnitura de foraj şi turla şi 2) roca ce se sapă. Vibraţiile şi alţi parametri, măsuraţi de aparate înregistratoare probate în şantiere, sînt prelucrate într-o diagrafie a acceleraţiei în funcţie de adîncime. Diagrafia s-a corelat bine pe intervale lungi în cei aproximativ 13 500 m de gaură la care s-a executat diagrafia pînă acum.

* * * **Platforme semi-submersibile pentru M. Nordului.** În : Petroleum Review, **25**, nr. 300, dec. 1971.

Două din platformele semi-submersibile cele mai mari sînt Penrod 71 şi Penrod 72. Ele vor avea 42 000 t deplasare şi un pescaj în timpul operaţiunilor de 21,33 m. Ele vor fi capabile de a lucra la o adîncime de apă de 300 m din o poziţie ancorată şi la o viteză a vîntului de 120 km/h. Aceasta ar trebui să le permită să reziste la valuri de 26 m înălţime.

Sistemul de ancoraj constă din opt ancore de cîte 13,5 t fiecare şi 1 500 m de lanţuri cu diametru de $3\,^1/_8$ in pe fiecare ancoră. S-a prevăzut încorporarea de sisteme de navigaţie suplimentare care să permită poziţionarea dinamică în ape mai adînci de 300 m. Platforma va fi echipată cu următoarele instalaţii de foraj. O uzină energetică diesel-electrică constînd din patru motoare totalizînd 13 000 CP. Pentru transformarea curentului din alternativ în continuu, se utilizează tiristori. Aceştia sînt cei mai mari ce s-au utilizat pînă în prezent pe o unitate mobilă. Instalaţia poate săpa la o adîncime mai mare de 9 000 m sau pînă la limita rezistenţei prăjinilor.

Sînt prevăzute acomodări pentru 86 persoane cu încălzire centrală şi aer condiţionat.

* * * **O nouă construcţie de platformă marină autoelevatoare.** În : Oil Gas, **69**, nr. 51, dec. 20, 1971.

Platforma Marlin 6 construită pentru a opera în apa adîncă de 300 ft (91, 44 m) are o formă triunghiulară cu lungimea de 63,4 m, lăţimea de 54,2 m, o înălţime a platformei 6,7 m şi o uzină de energie de 3 700 kW. Pentru ridicarea platformei se utilizează curent alternativ care apoi este transformat în curent continuu pentru foraj.

Se pot săpa nouă sonde de pe aceeaşi locaţie prin deplasarea turlei deasupra unei evidări de 15,24 × 15,24 m practicată în platformă. Turla, L. C. Moore, are o înălţime de 147 pic. (44,8 m) şi 590 t capacitate nominală. Piesele principale ale instalaţiei de foraj sînt : Troliu Naţional 1 625 — DE electric.

Două pompe triplex Naţional de cîte 1 600 CP.

Masă National C—375 cu o cutie de viteze cu 2 viteze. Ridicarea platformei se face cu sistemul cu cremalieră dublă Armco Steel Corp. Această nouă construcţie are un aranjament de pinioane duble opuse ce se angajează pe o cremalieră dublă, ceea ce echilibrează forţa de îndepărtare între pinioane şi cremalieră.

Sînt 6 unităţi de acest fel, două pe fiecare picior şi fiecare unitate este acţionată de un motor de curent alternativ de 20 CP, iar mişcarea se transmite prin roţi dinţate ce acţionează un pinion care este angrenat pe o cremalieră dublă.

Forţa de ridicare este de 6 900 t şi viteza de ridicare 0,3 m/min. Capacitatea de reţinere statică este de 12 600 t.

H a r r i s, W. J. **Marea Nordului — o decadă de realizări.** În : Petroleum Review, **25**, nr. 300, dec. 1971, p. 409.

Descoperirea zăcămîntului de gaze de la Slochteren din Olanda considerat ca al doilea ca mărime din lume (după Hugoton Panhandle din Est Texas) a dovedit existenţa structurilor purtătoare de hidrocarburi în regiunea Mării Nordului.

Şelful Mării Nordului a fost împărţit între statele riverane şi s-au început cercetări intense. În primul rînd s-au descoperit zăcăminte de gaze în regiunea de lîngă Humber/Norfolk Nord, şi anume : Leman Bank, Hewet, Indefatigable şi Viking din care primele trei sînt în producţie.

În zona engleză a Mării Nordului a fost anunţată descoperirea de ţiţei la şantierul Forties 175 km pe mare de la Aberdeen (Scoţia) şi la Auk 290 km de la Aberden. Se pare că mai sînt şi alte descoperiri dar un au fost anunţate. Se prevede ca producţia din această zonă să se ridice în 1980 la 75 mil. t.

Alte structuri mari s-au găsit în zona Norvegiană (Ekofisk, Vest Ekofisk, Torfelt) precum şi în zona Daneză. Se aşteaptă ca în 1980 producţia de pe toate zonele Mării Nordului să se ridice la 150 mil. t.

Costurile sînt ridicate. O sondă costă de la 500 000 £ la 1 mil £, o platformă de foraj 2 — 3 mil. £ şi costul operaţiunilor pe zi 5 — 6 000 £.

A m i i a n, V. A. ş.a. **Cimentarea sondelor cu paste aerate tratate cu agenţi activi de suprafaţă.** În : Nefteanoe hozeaistvo **50**, nr. 1, ian. 1973, p. 29.

Se prezintă rezultatele lucrărilor de cercetare a cimentării sondelor cu pierderi intense a fluidului de foraj, studiindu-se proprietăţile pastelor de ciment aerate, tratate cu agenţi activi de suprafaţă (AAS). S-a stabilit că cimentul întărit din pastă aerată prezintă proprietăţi fizice şi mecanice conforme cu condiţiile tehnice necesare forajului. Cercetarea circulaţiei pastei de ciment aerate a arătat, de asemenea, că o alegere justă a gradului de aerare a pastei de ciment tratată cu AAS asigură condiţii hidrodinamice corespunzătoare pentru deschiderea stratului productiv. Se prezintă rezultatele cimentării unei coloane de exploatare la 2 356 m adîncime.

R o m a n o v, B. A. ş.a. **Estimarea comparativă a formulelor pentru calculul temperaturii apei calde de injecţie.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 1, ian. 1972, p. 57.

Prin cunoaşterea caracterului repartizării temperaturii în lungul găurii sondelor de injecţie, la începutul şi în etapele următoare de pompare a apei calde, se uşurează soluţionarea problemelor practice privitoare la alegerea şi justificarea programului de tubaj, introducerea utilajului de fund, utilizarea mijloacelor de reducere a pierderilor de căldură, obţinerea datelor de calcul pentru cîmpul termic şi altele.

În lucrare se examinează şi se analizează diferitele formule pentru determinarea temperaturii agentului termic în lungul găurii sondelor de injecţie. Se compară valorile teoretice şi efective ale temperaturii apei calde la injectarea ei în cazul sondelor de pe zăcămîntul Uzen. Se fac recomandări pentru aplicarea ecuaţiilor de calcul în cadrul diferitelor etape de injecţie.

T r i f a n o v, N. P. ş.a. **Alegerea diametrului găurii de sondă la deschiderea stratelor cu presiuni ridicate.** În : Burenie, nr. 1, ian. 1972, p. 12.

Se prezintă datele de schelă de la 10 sonde forate în strat cu sape de 190 mm diametru şi de la alte 17 sonde forate cu sape de 214 mm diametru pentru deschiderea stratului productiv din zăcămîntul de petrol de la Romaşkino (orizontul Kînov, stratele Paşiisk). Se analizează aceste date pentru a determina influenţa şi relaţia ce leagă diametrul sapei şi greutatea specifică a fluidului de foraj de variaţia avansării pe sapă şi a vitezei mecanice. Se ajunge la concluzia utilizării pentru forarea stratului (în condiţiile unui fluid de foraj cu greutate specifică mărită) a sapelor cu diametrul de 214 mm.

T i t k o v, N. I. **Metodă simplă pentru interpretarea rezultatelor cercetărilor hidrodinamice de scurtă durată a sondelor** În : Burenie, nr. 1, ian. 1972, p. 26.

Cercetările hidrodinamice efectuate în cursul forajului sondelor cu condiţii geologice complexe contribuie în măsură

importantă la mărirea eficienței operațiilor de lichidare a pierderilor fluidului de foraj. Se propune o metodă simplă pentru interpretarea rezultatelor cercetării hidrodinamice cu durată scurtă (CHDS) de umplere a găurii și de restabilire a presiunii în sondă. Se face fundamentarea teoretică a CHDS. Metoda CHDS a fost încercată în condițiile de laborator și aplicată în schelă, stabilindu-se avantajele ei în comparație cu alte metode.

Vinogradov, **Iu. I. Dispozitiv pentru măsurarea debitului masic de lichid sau de gaze.** În : Izmeritelnaia tehnika, nr. 1, ian. 1972, p. 45.

Se face descrierea unui nou dispozitiv electronic de calcul cu emisiune în frecvență, care permite determinarea mult mai eficientă a debitului masic la primirea informației de la aparatul hidrodinamic de măsurare a debitului și de la aparatul hidrostatic de măsurare a densității. Se prezintă relația de calcul pentru frecvența emisiunii în funcție de debitul masic și rezultatele aplicării experimentale a dispozitivului, care confirmă exactitatea măsurării cu o eroare sub 0,33 %.

Usacev, V. A. ș.a. **Procedeu pentru determinarea rezistenței termice a depunerilor solide pe suprafețele active ale construcțiilor.** În : Izmeritelnaia tehnika, nr. 1, ian. 1972, p. 55.

Se propune un procedeu principal posibil de adaptat la construcția unui dispozitiv electric de măsurare a rezistenței termice a precipitării din soluții și din gaze pe suprafețele interioare sau exterioare active ale diferitelor construcții (de ex. depunerea parafinei pe țevile de extracție). Se prezintă relația obținută pentru determinarea rezistenței termice totale a stratului depus.

Schols, R. S. **Efectul de con. O formulă empirică pentru debitul critic al producției de țiței** În : Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **88**, nr. 1, ian. 1971, p. 6.

Cînd se exploatează o sondă pătrunsă pe mică adîncime într-un strat de țiței sub care se găsește un strat acvifer, contactul țiței/apă se deformează în dreptul sondei luînd forma cunoscută de clopot, denumită curent conul de apă (water coning). Pentru un anumit debit de țiței conul este stabil și vîrful său se găsește sub talpa sondei la o anumită distanță, care însă este ușor străpunsă la o creștere foarte mică a debitului sondei, debitul critic de producție, sonda producînd apoi apă și țiței.

Pentru a se evita străpungerea conului de apă trebuie să se cunoască debitul critic de țiței. În acest scop s-a făcut o investigare experimentală a condițiilor de stabilitate în care debitul de țiței este determinat în funcție de diferiți parametri, folosind modele Hele Shaw. Se descriu experimentările cu modele Hele Shaw. Rezultatele sînt prezentate sub forma unei formule empirice de la care se pot ușor calcula debitele critice. Debitele calculate după această formulă sînt în concordanță bună cu acelea calculate cu o metodă numerică (finite-element)

*** **Producția de țiței, producția de gaze și transportul de țiței spre rafinării în 1971 în R. F. a Germaniei.** În : Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **88**, nr. 1, ian. 1972, p. 17.

Producția de țiței realizată în 1971 de R. F. a Germaniei a marcat 7,4 mil. t, adică cu 1,5 % mai puțin decît în anul precedent. Dintre cele șase regiuni de țiței (Schleswig-Holstein, Hannover, Weser-Ems, Emsland, Oberrheintal, Alpenvorland) numai zona Weser-Ems a înregistrat o ușoară creștere a producției de țiței de la 1,891 la 1,940 mil. t.

Nu se dispune de cifrele definitive, dar se estimează că producția de gaze în 1971 a depășit 15 mrd. Nm^3 față de 12,7 mrd. Nm^3 cît s-a realizat în anul precedent.

Aprovizionarea rafinăriilor cu țiței și distilate amestecate cu țiței prin conductele magistrale din porturile petroliere, cu punctele de plecare Wilhemshaven, Rotterdam, Triest Marsilia și Genova, a înregistrat în 1971 cantitatea de 84 mil. t cu 1,5 mil. t mai mult ca în 1970.

*** **Perspective ale industriei petrochimice în U.R.S.S.** În : Petrole informations, nr. 1 216, feb. 1972.

Actualul plan cincinal al U.R.S.S. prevede o creștere a volumului producției industriei de rafinare a petrolului și a petrochimiei de 50 % și investirea unei sume de 8,3 miliarde ruble pentru construirea de noi întreprinderi și modernizarea celor existente.

În prezent se studiază construcția unor instalații ultramoderne pentru rafinăriile din Novo Gorku din Novo Jarcslav din Ufa și din Kuibîșev și pentru combinatele petrochimice de la Omsk și Niznekamsk.

De asemenea s-a început lucrările de construcții a rafinăriilor de la Mazeikiai (Lituania), Cimkent (Kazakstan), Cardzu (Turcmenia), Pavlodar (Kasakstan) și Acinsk (Siberia Centrală). Noile rafinării vor fi dotate cu grupuri cu o capacitate de 6—8 mil. t/an țiței care vor efectua în același timp separarea sărurilor și stabilizarea, tratarea primară a petrolului, reformarea și epurarea hidraulică, fracționarea gazelor. Folosirea acestor instalații grupate în rafinării cu o capacitate de 12 mil. t/an va permite să se reducă numărul instalațiilor auxiliare de la 31 la 9, o micșorare a cheltuielilor de investiții cu 70 mil. ruble (24 %) și mărirea productivității cu 100 %.

În cursul acestui an vor intra în funcțiune noi capacități de producere a aditivilor pe bază de uleiuri în uzinele de la Volgograd, Polock, Novokuibîșev, Omsk, Novo Jaroslav, Sumgait. Producția totală de aditivi se va dubla în următorii cinci ani.

***Șisturile bituminoase în U.R.S.S. În : Petrole informations nr. 1 216, feb. 1972.

Cele mai importante șisturi bituminoase din U.R.S.S. sînt situate în Estonia (76 % din producția sovietică), în jurul Leningradului și în regiunea Volga. Alte bazine de mai mică capacitate se găsesc de asemenea în Ukraina, Bielorusia și Kazahstan, în Urali, în nordul Caucazei, în Asia Centrală și în estul și vestul Siberiei. Cu toate că aceste zăcăminte au rezerve importante, în prezent sînt exploatate în U.R.S.S. numai 15 mine și 2 cariere cu o capacitate globală de 23 mil. t/an (în 1969); nouă mine și două cariere în Estonia, patru mine în jurul Leningradului și două cariere în Kaspir.

Obiectivele pentru actualul cincinal vizează atît o creștere a producției cît și o reducere a prețurilor.

Producția prevăzută pentru anul 1975 este de 32,3 mil. t, dintre care numai Estonia va furniza 80 %. Vor intra în exploatare noi zăcăminte dintre care cele mai importante în bazinul baltic (Boltyssky și Obscii Syrt) și în Kazahstan. În același timp vor fi reduse cheltuielile de extracție. Ele sînt relativ scăzute; de exemplu costul extragerii unei tone de șisturi bituminoase din bazinul baltic reprezenta în anul 1966 mai puțin de 43 % decît acela al unei tone de cărbune din regiunea Moscovei. În cursul ultimilor 10 ani, costurile de extracție au scăzut cu 20 % și în următorii 10 ani vor mai scădea încă pe atîta, prin extinderea metodelor de exploatare la zi al căror cost este mai scăzut. La sfîrșitul acestui cincinal se vor extrage 36 % din șisturile bituminoase față de 19,2 % în 1967.

Se prevede folosirea șisturilor bituminoase înlocuindu-se treptat combustia directă a combustibilului solid prin combustia produselor obținute prin descompunerea termică. Prin această metodă se poate realiza o economie de 10 % a cheltuielilor de investiții și de 20 % la cheltuielile de exploatare.

Șisturile bituminoase sînt folosite și ca materie primă ieftină pentru industria chimică, producția obținută fiind mai ieftină decît aceea obținută plecîndu-se de la petrol.

***Nou procedeu pentru obținerea parafinelor clorurate stabile. În : Petrole informations, nr. 1 212, dec. 1971

Wintershall Ag din Kassel a pus la punct un nou procedeu pentru clorurarea continuă a hidrocarburilor, în special a parafinelor.

Operația are loc în fază lichidă și procentul de transformare a clorurii este de circa 100 %. Față de procedeele obișnuite discontinue, noua metodă este mai rapidă, manopera reducîndu-se cu 50 % și investițiile fiind mai reduse. Produsul finit este de foarte bună calitate, absolut limpede, de culoare inalterabilă și stabil pînă la 60°C.

Clorurarea se efectuează în trei coloane ale unui reactor cu barbotare unde clorul, în stare gazoasă, circulînd de jos în sus, reacționează cu hidrocarbura lichidă. Reactivii sînt astfel concepuți încît reacția să se producă într-un volum redus dar cu un factor de conversiune ridicat. Societatea Wintershall, care exploatează acest procedeu într-o instalație cu o capacitate de 1 000 t/an, obține procente de circa 100 %. Dat fiind că clorul umed este foarte corosiv și deoarece se formează acid clorhidric ca subprodus în timpul clorurării, instalația este construită din sticlă cu o compoziție specială (silicat de bor) care asigură o durată de viață și securitate în funcționare a instalației.

Procedeele obișnuite în fază lichidă sînt în cea mai mare parte operații discontinue unde reacția are loc în cuve sub agitare, fiind necesare volume mari de reacție, deci și investiții ridicate. În plus, procedeele de clorurare discontinuă pot da naștere la pierderi de gaze și necesită o manoperă mai de lungă durată.

O instalație folosind procedeul Wintershall necesită, la dimensiuni egale, investiții care reprezintă 60 % din cele necesare pentru instalațiile folosind procedeul obișnuit, iar cheltuielile de manoperă sînt reduse cu 30—50 %. Instalația folosită de societatea Wintershall poate fi mărită cu o capacitate suplimentară de 5 000 t/an. Se recomandă două unități cuplate care permit o mînuire mai ușoară a operațiilor.

***Conducte pentru lichide cu mare viscozitate** În : Petrole informations, nr. 1 216, febr. 1972.

Shell Oil Co a pus la punct un nou sistem pentru transportul țițeiului cu viscozitate mare prin conducte neîncălzite, ceea ce va permite reducerea considerabilă a cheltuielilor de exploatare a zăcămintelor petroliere considerate pînă în prezent puțin rentabile.

Acest sistem constă în principiu în a trimite un flux de petrol în apă pentru ca petrolul să nu intre în contact direct cu pereții conductei, ceea ce reduce rezistența la fricțiune care împiedică transportul țițeiurilor grele în conductele obișnuite.

Acest sistem este experimentat de la începutul anului trecut pe o conductă de 30 km lungime situată la sud de Bakersfield în California.

***Procedeul „cleanair" de desulfurare a gazelor de rafinare.** În : Petrole informations, nr. 1 216, febr. 1972.

În S.U.A. societățile Pritchard și Texas Gulf Sulphur Company au pus la punct procedeul denumit Cleanir pentru purificarea gazelor provenite din instalațiile de desulfurare, și anume din unitățile Claus. Prin folosirea acestui procedeu se pot recupera, în trei trepte, 99,9 % sulf.

Treapta întîia extrage 50 % din sulful conținut în gaze transformînd SO în sulf.

Treapta a doua, bazată pe procedeul Strettford, înlătură cea mai mare parte din sulful care a rămas. Acest procedeu folosește o soluție de săruri acide de antrachinonă disulfurică pentru a spăla continuu gazele tratate și a le coborî conținutul în H_2 la mai puțin de o milionime. Sulful este extras în stare pură, sub forma unui praf fin cu o puritate de peste 99,5 %.

Treapta a treia înlătură COS și CS_2 a căror eliminare este absolut necesară pentru a ajunge la conținutul limită de 500 p. p. m. al compușilor oxidați ai sulfului în gazele răspîndite în atmosferă, conținut impus de orașul Philadelfia, unde procedeul va fi folosit pentru a purifica gazele emanate de rafinăria societății Gulf.

Procedeul Cleanair este foarte simplu. El poate fi aplicat la gaze cu orice conținut de H_2S. Eficacitatea lui poate ajunge la 100 % prin modificări puțin importante ale operațiilor.

*** **Vana pentru reglarea debitului fluidelor viscoase.** În: Petrole Informations, nr. 1 216, febr. 1972.

Vanele automate care permit reglarea cu precizie a microdebitelor lichidelor și gazelor nu pot fi întotdeauna folosite pentru controlul fluidelor viscoase sau a celor care conțin granule, deoarece un lichid viscos trece mai greu prin micile orificii, iar granulele obturează sau sgîrie orificiile de trecere a supapelor. Vana „Research Control" permite rezolvarea acestor dificultăți adoptînd o soluție practică și puțin costisitoare : fluidul este lăsat să treacă printr-un tub deformabil mai mult sau mai puțin strîns de către o pensă comandată de un servo-motor.

Această vană automată este o vană obișnuită cu arcadă, servomotorul avînd întoarcerea plonjorului asigurată printr-un resort. Corpul vanei prezintă un alezaj cilindric prin care trece un tub flexibil a cărui deformație reglează debitul aparatului. Legea reacției unui astfel de sistem depinde de natura și grosimea pereților tubului folosit : ea este greu de stabilit matematic, dar se poate obține o bună reglare a aparatului.

S-au prevăzut trei dimensiuni de corpuri de vană, care pot folosi tuburi de 9,5, 16 sau 22 mm diametru exterior.

Această vană nu are nevoie de întreținere și practic nu se uzează, tubul flexibil trebuie însă să fie înlocuit.

*** **Detectarea la distanță cu ajutorul laserului a norilor poluanți.** În : Petrole Informations, nr. 1 216, febr. 1972.

Aparatul pus la punct în laboratoarele Siemens, este folosit la localizarea norilor de fum și la determinarea densității lor la o distanță de mai mulți kilometri. El este bazat pe principiul că un fascicul laser care se izbește de particule flotante în aer, ca praful și funinginea, este reflectat cu o intensitate proporțională cu densitatea particulelor și cu intensitatea radiației emise.

Instalația se compune dintr-un laser cu emisie de impulsuri foarte mari, dintr-o fotodiodă care captează radiația reflectată de către norii care trebuie detectați și dintr-un bloc de analiză.

Radiația emisă de laserul cu neodymă (lungime de undă 1,06 mn, durata de impulsie 20 ns și putere de vîrf 1 MW) este reflectată, ca un ecou, de către norul care se analizează, apoi este captată de către un receptor optic echipat cu o fotodiodă de germaniu și cu un obiectiv cu mare putere luminoasă. Analiza se efectuează cu ajutorul unui oscilograf ; impulsurile înregistrate furnizează date asupra distanței și asupra densității particulelor care plutesc în aer.

Folosirea acestui aparat poate fi extinsă la analiza generală a nebulozității și vizibilității atmosferice.

* * * **Rezolvarea unei erupții de gaz sulfuros.** În Oil Gas J. 69, 63—64, 1971, noiemb. 8, p. 2.

Shell Oil Co a pus la punct o tehnică de combatere a erupțiilor libere aplicabilă și la alte sonde scăpate, la sonda de explorare 1 Cox care a erupt liber aproape de Piney Woods, Mississippi, S.U.A. Shell a săpat o sondă de salvare de adîncime intermediară care a intersectat sonda adîncă, tubată, de mare presiune, mult deasupra tălpii. Operațiunea a necesitat 10 luni față de 16 — 18 luni cît ar fi fost necesar să se atingă adîncimea finală. Distanța și direcția găurii de salvare de sonda în erupție liberă poate fi determinată prin măsurători de rezistivitate și metode magnetostatice. Gaura de salvare a fost săpată pînă lîngă sonda în erupție liberă, apoi 30 m paralel cu ea, înainte de a perfora și pompa ciment pentru a opri erupția. O altă alternativă ar fi să se formeze prin spălare o cavitate mare la fundul găurii, să se pompeze în ea explozibili care să fie detonați pentru a opri erupția liberă.

*** **Intrarea în funcțiune a primei instalații de lichefiere, depozitare și reevaporare a gazelor naturale.** În : Erdöl-Erdgas--Zeitschrift, **88**, nr. 1, ian. 1972, p. 30.

Recent s-a terminat pentru uzinele orașului Stuttgart (R. F. a Germaniei) prima instalație de lichefiere, depozitare și reevaporare a gazelor naturale. În această instalație, în lunile calde cu consum redus, gazele disponibile se purifică, se usucă și se lichefiază la -162^{0}C depozitîndu-se într-un rezervor de construcție specială ce poate prelua 17 mil. Nm^3. Pentru umplerea rezervorului sînt necesare circa 5000 ore de funcționare a instalației. În perioadele de vîrf gazele lichefiate se reevaporă cu ajutorul a trei evaporatoare, și se predau conductei de aprovizionare a orașului. Reevaporarea conținutului rezervorului se realizează în 14 zile.

În prezent constructorii acestei instalații (Linde AG și Hieinrich Koppers GmbH) au în lucru pentru S.U.A. două instalații mari de acest fel.

*** **Gammalog pentru măsurarea volumului materialelor depozitate în rezervoare subterane.** În : Petrole informations nr. 1 214, febr. 1972.

Serviciul de radioizotopi din departamentul petrochimic I.C.I. a pus la punct un aparat care permite determinarea cu precizie a cantităţii de lichid sau de gaze lichefiate depozitate sub pămînt. Acest aparat este folosit la rezervoarele de lichide. Elementul principal al acestui „Gammalog" este o sondă care conţine o sursă radioactivă, care este coborîtă în cavitate printr-un cablu coaxial. Radiaţia reflectată de către lichidul care se găseşte în cavitate este înregistrată printr-un captator situat în sondă, permiţînd să se determine cu exactitate nivelul suprafeţei lichidului depozitat. Temperatura din cavitate este determinată cu ajutorul unui oscilator sensibil la căldură.

Gammalogul permite o folosire economică şi raţională a depozitelor subterane, datorită detectării nivelului atunci cînd cavitatea este aproape plină, cu o precizie de + 25 mm, superioară aceleia obţinută prin procedeele obişnuite bazate pe variaţiile de presiune la sursă. Aparatul poate fi folosit ca o unitate instalată în permanenţă într-o cavitate sau ca material mobil, care poate deservi mai multe instalaţii. Cu acest instrument se pot efectua măsurări în cavităţi situate la 1 500 m adîncime.

F. Vicenzetto şi L. Mattei. **Calculul raportului aer/carburant din analiza gazelor de ardere.** În : La Revista Dei Combustibili, **XXV**, nr. 12, dec. 1971, p. 544,

Cunoaşterea raportului aer/carburant la motoarele cu combustie internă cu aprindere comandată este astăzi de importanţă deosebită pentru a se putea respecta în gazele de ardere cantităţile de substanţe poluante prescrise.

Se descrie o metodă nouă pentru a determina raportul aer/carburant, cunoscînd componentele cele mai principale din gazele de ardere. În gazele de ardere determinarea conţinutului de CO, CO_2 şi de hidrocarburi nearse se face cu ajutorul unui analizator cu raze infraroşii, iar a conţinutului de oxigen cu un analizator polarografic.

Se asigură, de asemenea, un program FORTRAN pentru calculatorul electronic la care intrările sînt conţinuturile de CO, CO_2 O_2 şi hidrocarburi nearse stabilite în gazele de ardere, iar ieşirile raportul aer/carburant al amestecului carburant.

H. Mittendorf şi F. Schlemm. **Folosirea calculatoarelor de proces pentru supravegherea conductelor în reţelele magistrale de gaze.** În : Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **87**, nr. 11. noiemb. 1971, p. 383.

Se analizează posibilităţile tehnologice şi de programare a unui calculator electronic pentru supravegherea eventualelor neetanşeităţi importante de gaze într-o reţea complexă de transport şi distribuţie. Introducerea calculatoarelor electronice pentru asemenea operaţii cere să se asigure suficiente informaţii (presiuni, debite, poziţiile ventilelor etc). care să se transmită la un punct central de control. Procedeul a fost încercat pe reţeaua conductelor de transportul şi distribuţia gazelor aparţinînd firmei Brigitta. În centrala de control de la Visbek a firmei Brigitta s-a montat un calculator electronic Siemens System 300.

Se descrie modelul elaborat pentru calculul pierderilor de presiune la apariţia unei scurgeri de gaze. Pe această bază se poate întocmi un program de supraveghere a conductelor. Recunoaşterea punctelor de scurgeri a gazelor şi localizarea lor se reduce la trei trepte logice succint descrise şi care cuprind : (1) verificarea diferenţelor de presiune, (2) verificarea bilanţurilor debitelor şi (3) verificarea conţinutului conductelor.

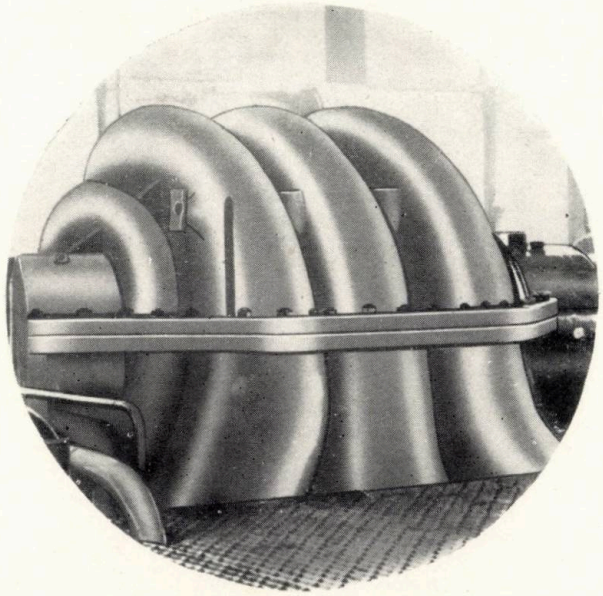
*** **Rezervele mondiale de gaze.** În : Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **87**, nr. 11 noiemb. 1971, p. 407.

În prezent rezervele mondiale de gaze se estimează la 44 900 mrd. Nm^3. Aceste rezerve corespund în echivalent de conţinut de energie cu circa 50 % din rezervele mondiale sigure de ţiţei care sînt de 83 mrd. t.

Cele 44 900 mrd. Nm^3 rezerve de gaze se repartizează astfel : 12 460 mrd. (27,7 %) ţările Europei răsăritene, 11 280 mrd. (25,1 %) ţările Americii de Nord şi de Sud, 10 030 mrd. (22,3 %) Orientul Mijlociu, 5 400 mrd. (12 %) ţările din Africa, 4 180 mrd. (9,3 %) ţările Europei de Vest, 1 590 mrd (3,6 %) Australia şi ţările Asiei fără R. P. Chineză.

Repartiţia producţiei pe ţări are cu totul alt aspect. Astfel din totalul de 1 160 mrd. Nm^3 de gaze realizate în 1970 revine Americii 68,8 %, ţărilor Europei răsăritene 7 %.

EXPERIMENTATE PE PLAN INTERNAŢIONAL
VERIFICATE, SIGURE



COMPRESOARE CENTRIFUGALE

pentru industria chimică şi petrochimică;
produse sigure în exploatare, experimentate pe plan internaţional cu multiple posibilităţi de adaptare şi avantaje deosebite în exploatarea instalaţiilor.

Se livrează: compresoare pentru oxigen, pentru instalaţii de descompunere a aerului, compresoare pentru procese metalurgice, şi instalaţii de gazeificare a cărbunilor sub presiune, compresoare pentru clor gazos şi compresoare pentru industria prelucrătoare de ţiţei şi gaze naturale, instalaţii de etilenă, compresoare pentru gaz de cocserie etc. cu capacităţi pînă la 70 000 m^3/h.

Cereţi informaţii suplimentare.

VEB PUMPEN – UND GEBLÄSEWERK LEIPZIG
R.D.G. – 7031, Leipzig – Klingenstrasse 16 – 18
Betrieb des VEB Kombinats Pumpen und Verdichter Halle

Exportator:
Technocommerz GmbH
RDG – 108 Berlin – Johannes – Dieckmann – Strasse 4 – 6
Republica Democrată Germană

Ambasada R.D.G.
din R.S. România
HPA TKB Technocommerz
Bucureşti, Drumul Taberei,
Compozitorilor 30, scara 1

Informații tehnico-economice

În **Canada rafinăria de la Sarnia (Ontario)** va fi modernizată; de asemenea se vor efectua lucrări de extindere pentru a mări capacitatea acestei rafinării pînă la 7 000 000 t/an, la sfîrșitul anului 1974. Costul acestei lucrări va fi de 170 mil. dolari. Această rafinărie va constitui punctul de plecare a unei rețele de conducte de transport al produselor finite proiectată pentru a aproviziona regiunile Calgary, Regina și Winnipeg. Costul acestei rețele de conducte va fi de 200 mil. dolari.

În **Italia** se proiectează construirea unei rafinării cu o capacitate de 8 000 000 t/an a Portogrivaro, în apropierea Veneției.

La **Ryiad** se va construi o rafinărie cu o capacitate de 750 000 t/an, iar la Djeddeh se va mări capacitatea rafinăriei de la 600 000 la 2 250 000 t/an. Costul lucrărilor va fi de 125 mil. dolari.

În **Suedia** se va construi un complex de rafinare la Lysekil, în apropiere de Uddevalla, cu o capacitate de 7 000 000 t/an. Ansamblul va cuprinde și un depozit subteran de 1 200 000 m^3 și un chei pentru acostarea vaselor petroliere de 500 000 t. Costul lucrărilor este de 180 mil. dolari.

În **S.U.A.** se va construi pe lîngă rafinăria societății Crown Central Petroleum din Baltimore o uzină pentru producerea a 100 mil. picioare cubice /zi gaze sintetice la un preț de 1,05 dolari mia de picioare cubice. Costul lucrărilor va fi de 200 mil. dolari.

În **Abu Dhabi**, societatea petrolieră de stat creată recent proiectează construirea unei rafinării cu o capacitate de 750 000 t/an, a cărui producție va aproviziona piața locală și statele vecine care fac parte din Federația Emiratelor din Golful Persic.

În **Israel** capacitatea conductei de transport al petrolului de la Eilat la Ashkelon, care în fază finală va fi de 60 mil. t/an, va fi mărită cu 50 % în cursul acestui an datorită terminării noilor instalații de depozitare la cele două capete ale conductei. În cursul anului trecut prin această conductă au fost transportate 19,5 mil. t țiței la Ashkelon.

În **Siria** s-a aprobat proiectul de construcție a unei noi unități de distilare cu o capacitate de 1,5 — 1,7 mil. t/an la rafinăria de la Hons, a cărei capacitate este în prezent de 2,7 mil. t/an țiței. Lucrările vor dura circa 18 luni și vor costa 200 mil. lire siriene. Prin construirea unității se va putea satisface nevoia crescîndă de produse petroliere, în special motorină, a țării, pînă la construirea celei de a doua rafinării în 1975—1976.

În **Franța** se va extinde depozitul de hidrocarburi lichide și lichefiate de la Monosque prin crearea de noi cavități prin care se va mări capacitatea inițială de la 5 la 9 mil. m^3.

De asemenea, Geostok a obținut autorizația de a crea un depozit subteran de păcură de uz casnic în regiunea May sur Orme, în minele de fier abandonate din împrejurimi, folosind o cavitate de 5 mil. m . Depozitul va fi pus în comunicație cu depozitul din Mondeville și se va găsi în drumul conductei între rafinăria de la Port Jérome și Caen. Lungimea acestei conducte de 20" diametru va fi de încă 84 km.

În **Canada**, Panarctic Oil Ltd. a descoperit la nord de insula regelui Cristian un zăcămînt de gaze naturale, care poate fi socotit printre cele mai mari din America de Nord.

La **sfîrșitul acestui an** se va da în funcțiune în Egipt zăcămîntul de petrol de la Abu el Gharadig în deșertul occidental; producția inițială va fi de 750 000 — — 1 000 000 t/an pentru a atinge apoi 2 500 000 t/an. Costul lucrărilor va fi de 39 000 000 dolari. Se va construi, de asemenea, o conductă de 90 km lungime prin care se va transporta țițeiul la stația mediteraniană de la Alamein. În prezent se efectuează studii pentru exploatarea rezervelor de gaze naturale ale acestui zăcămînt care au fost evaluate la 63 miliarde m^3. Aceste gaze vor fi exploatate în primul trimestru al anului 1974, cîte 3 000 000 m /zi pentru a fi expediate la Cairo și în zona industrială de la Heluan; zăcămîntul va produce, de asemenea, 430 t/zi gaze de petrol lichefiate.

Costul lucrărilor este de 41 mil. dolari.

În **Republica Federală a Germaniei** se va amenaja un depozit subteran cu o capacitate globală de 400 000 m pentru a stoca țițeiul în vecinătatea rafinăriei de la Heide (Holstein) prevăzîndu-se și o extindere ulterioară de 600 000 m^3.

În **Indonezia** se va instala la sfîrșitul acestui an un rezervor plutitor cu o capacitate de 160 000 m^3 pentru exploatarea zăcămîntului de la Cinta. Rezervorul va costa 14 000 000 dolari.

Adîncimea record de 7 802,9 m a sondei State Lease 5407 Lake Borgne, Louisiana, S.U.A., a fost depășită de mai multe sonde. Cea mai adîncă din ele, sonda Ralph Lowe Estate 1 — 17 University ajunsese la sfîrșitul anului 1971 la adîncimea de 8 290 m și continuă săpatul cu aproximativ 20 m/zi.

O sondă de mică adîncime din șantierul Mill Creek, Clay Caunty Tennesee — S.U.A. vechi de 50 de ani a intrat în producție prin pompaj și erupție cu 35 t/zi. Stratul productiv este în Ordovician de la adîncimea de 75 m.

Compagnie Francaise du Petrole (CFP) a început forarea unei sonde de explorare pentru țiței în insulele Spitzbergen. Prima sondă fost forată pe insula Edgoya aflată în partea sudică a grupului.

Manufacturarea instalațiilor de producție necesare pentru creșterea producției șantierului Ekofisk din apele Norvegiene la 300 000 b/d (43 000 t/zi) progresează rapid și se speră că vor fi montate pînă în 1974.

Se vor monta trei platforme fixe la care se vor lega 30 de sonde productive de țiței și opt sonde de injecție de gaze, o unitate de înmagazinare de țiței submarină, conducte de colectare și instalații pentru încărcat vasele. Se discută și construcția de conducte de țiței și gaze pînă la un țărm. Din punct de vedere tehnic coastele cele mai accesibile sînt în Scoția, Anglia și Germania de Vest. O conductă spre Norvegia pune probleme grele din cauza fosei marine aflate în fața coastei norvegiene. Pînă la sfîrșitul anului 1971 s-au încărcat 9 vase de la o platformă provizorie, dar cînd valurile sînt mai înalte de 5 m vasele nu mai pot ancora. În afară de șantierul Ekofisk au mai fost descoperite șantierele: Ekofisk Vest și Eldfisk.

Vasul de explorare Challenger a stabilit un nou record de foraj în apa adîncă. Noul record este de 6 194 m adîncime de apă și a fost stabilit în Oceanul Pacific la 1 280 km sud-est de Tokio între Guaux și Honolulu. S-a săpat 377 m sub fundul oceanului cu o garnitură de foraj lungă de 6 570 m. Caratele luate au arătat o vechime de mai mult de 135 mil. ani, cea mai veche rocă descoperită de Challanger în Pacific. Geologii ce le-au studiat, au afirmat că porțiunea cea mai nordică a Pacificului a fost odată la ecuator. Într-o perioadă de 125 mil. ani fundul mării s-a deplasat spre nord vest mai mult de 3 600 km la un punct aflat imediat la sud de insulele Aleutine.

Revista PETROL și GAZE Redacția: București, Bd. Nicolae Bălcescu nr. 16 Sector 1, telefon 14. 72. 10/141. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de viramant: Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere telefon 14 72 10/176 Bd.Nicolae Bălcescu, 16 cont 640 301-14. Banca Națională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector 1 București. Tarif pentru întreprinderi: lei 180 anual; tarif pentru abonamente individuale: lei 30 anual. Prețul unui exemplar lei 8. Taxele poștale plătite în numerar pe anul 1972 conform aprobării D.P.D.P. nr. 10/9416/1971.

ÎNTREPRINDEREA DE COMERȚ EXTERIOR

NEFTOCHIM

Sofia, 11 August. Str. 6 Telefon: 88—09—21/24
Telex: 022461, 022462 Cablu: Petrochim Sofia

NEFTOCHIM

IMPORTĂ:

Țiței, combustibil, lubrifianți minerali, adaosuri și materiale, asfalt, parafină, produse chimice și altele.

EXPORTĂ:

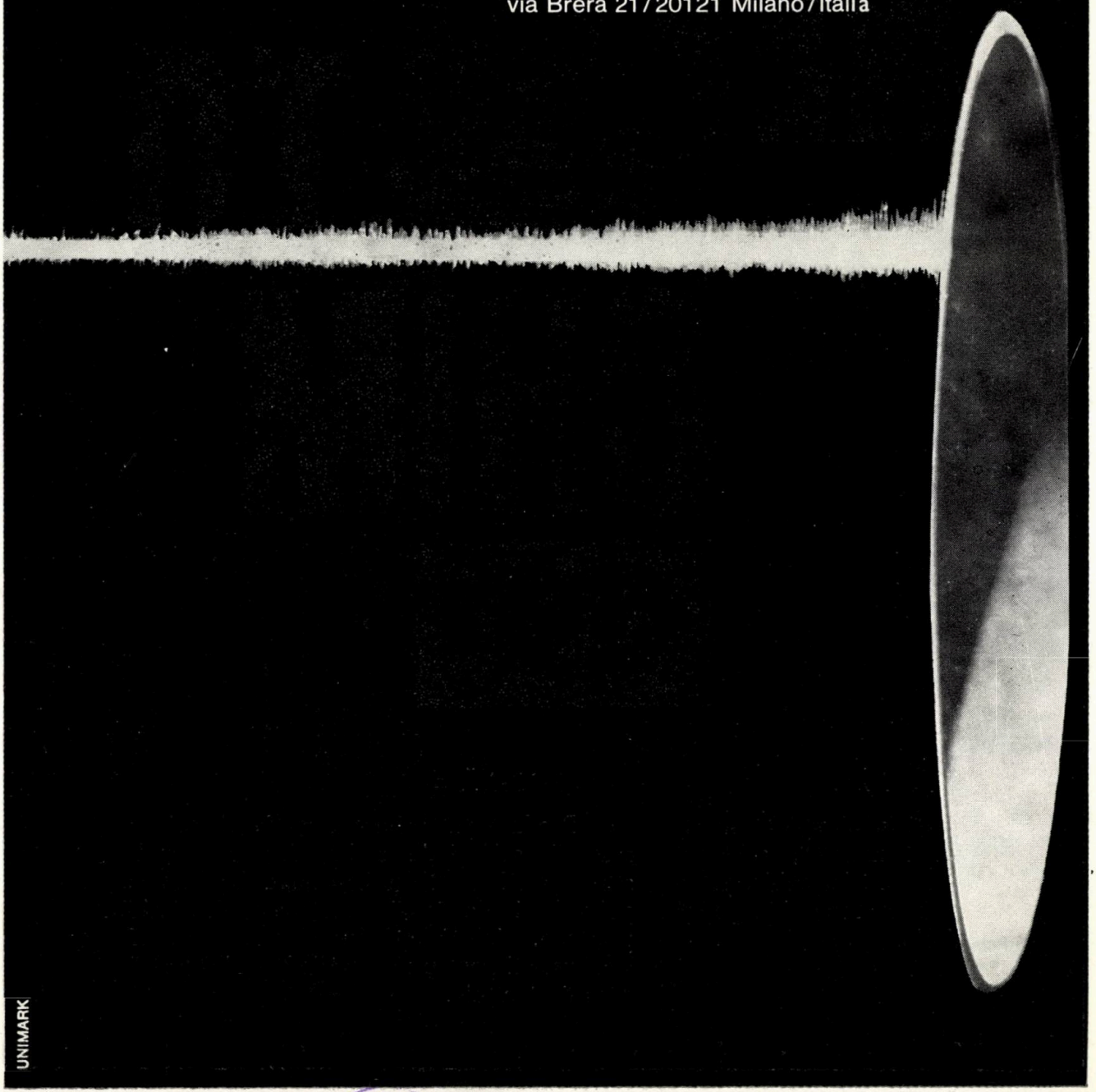
Produse petrochimice, ca: fenol, toluen, acetonă, sulfură de sodiu, dicloretan, polistiren, acrilo-nitril, poliamine, etilendiamine, polietilenă de joasă presiune și de înaltă presiune, lubrifianți cu dozare diferită, combustibil pentru motoarele Diesel, benzină, păcură și altele.

Dalmine

Grupul Finisider: toată gama de produse din oţel şi servicii aferente

Ţevi şi conducte sudate şi fără cusătură pentru toate scopurile industriale şi civile

Dalmine spa/Milano/Italia
Organizaţie de export
Siderexport spa
Tubes Division
via Brera 21/20121 Milano/Italia



UNIMARK

MAGYAR MŰSZAKI EGYETEM KÖNYVTÁR DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

LABORATOR MOBIL DE DIAGRAFIE AKS/L–7

Se utilizează pentru sondaje atingînd 7 000 m în următoarele operațiuni:

— diagrafie electrică
— diagrafie laterală focalizată de sondaj
— diagrafie radioactivă prin diferite metode GK, NGK, NNR—I, NNK—M
— diagrafie laterală focalizată
— diagrafie prin inducție
— diagrafie prin acustică
— microsondaj
— termometrie electrică
— diametrie
— rezistometrie
— înclinometrie
— măsuri de înclinare a stratelor

LABORATORUL MOBIL DE DIAGRAFIE AKS/L—7

— este dotat cu o sursă de alimentare unificată permițînd efectuarea de operații în sonde cu un cablu cu unul, trei și șapte conductori
— este echipat cu un aparataj complex și cu un oscilograf NO-13, cu mai multe căi ceea ce permite înregistrarea simultană a patru parametri
— înregistrează pe hîrtie foto sensibilă cu marcaj automat diagrame

LABORATORUL MOBIL DE DIAGRAFIE AKS/L—7

este montat pe un vehicul GAZ—66

☎ 14715-42 SSSR MOSKVA 117330
MACHINOEXPORT
207 MOSKVA V-330 MACHINOEXPORT

IMPEXMIN

ENTREPRISE POUR LE COMMERCE EXTERIEUR • ROUMANIE •

București ROMÂNIA
Str. C. A. Rosetti nr. 13
tel. 12 62 18
12 62 71 telex 588

Nous vous présentons ci-après nos produits d'exportation:

Sel, Minerai de Manganèse, Gas naturel, Bitume naturel, Houille minérale, Craie, Talc, Diatomite, Baryte, Bentonite, Mica, Quartz, Sable de fonderie, Piere moulue, Terre refractaire, Dacit, Argile, Asbeste, Wollastonite, Feldspath, Witterite, Kaolin, Dolomite, Houille, Graphite, Craie moulue.

OUTILS ET APPAREILLAGE POUR MESURES SPÉCIALES DANS LES PUITS PÉTROLIERS.

E 1445

PETROL ȘI GAZE

6

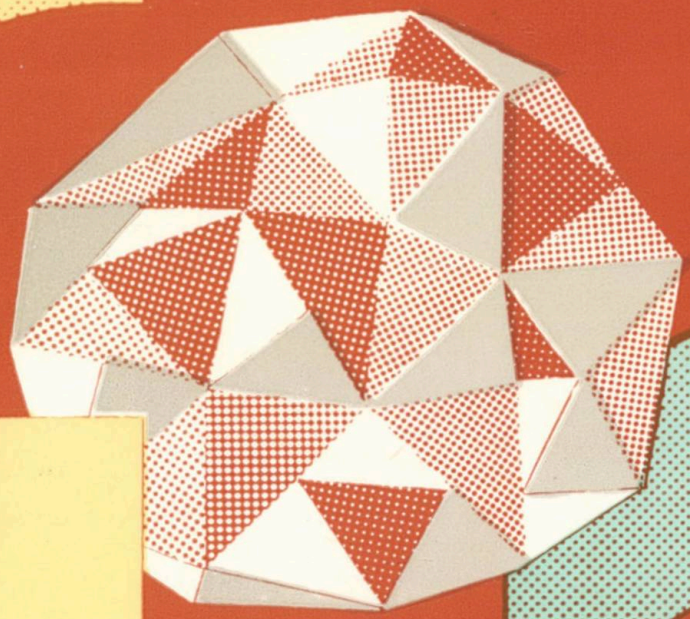
IUNIE 1972
Vol. 23 p 313 – 380
BUCUREȘTI
ROMÂNIA

PGAZAC 23 (6) 313 380 (1972)

IMPEXMIN

ENTREPRISE POUR LE COMMERCE EXTERIEUR • ROUMANIE •

București ROMÂNIA
Str C A Rosetti nr. 13
tel 12 62 18
12 62 71 telex 588



Nous vous présentons ci-après nos produits d'exportation:

Sel, Minerai de Manganèse, Gas naturel, Bitume naturel, Houille minérale, Craie, Talc, Diatomite, Baryte, Bentonite, Mica, Quartz, Sable de fonderie, Piere moulue, Terre refractaire, Dacit, Argile, Asbeste, Wollastonite, Feldspath, Witterite, Kaolin, Dolomite, Houille, Graphite, Craie moulue.

OUTILS ET APPAREILLAGE POUR MESURES SPÉCIALES DANS LES PUITS PÉTROLIERS.

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁRES * DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT * 1983

PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL INSTITUTULUI CENTRAL DE CERCETĂRI CHIMICE – BUCUREŞTI DIN MINISTERUL INDUSTRIEI CHIMICE şi al INSTITUTULUI DE CERCETARE ŞI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ŢIŢEI ŞI GAZE – CIMPINA DIN MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

VOL. XXIII, Nr. 6
iunie 1972

CUPRINS

LUCRĂRILE CONFERINŢEI PE ŢARĂ A INGINERILOR ŞI TEHNICIENILOR 318–324

CUVÎNTAREA TOVARĂŞULUI **NICOLAE CEAUŞESCU**

L. Turculeţ: **Posibilităţi de subdivizare pe criterii mineralogice a depozitelor miocene de melasă dintre Argeş şi Topolog** 325–327

Gorun Manolescu: **Perspectivele aplicării metodelor noi de foraj** 328–333

N. Macovei: **Proba de filtrare statică — indicator satisfăcător al filtrării reale în gaura de sondă?** 334–341

M. Ilea şi G. A. Rădulescu: **Adsorbţia parafinei din uleiuri albe pe cărbune activ** 342–346

C. Taran: **Asupra raţiei de absorbant în absorbţia multicomponent** 347–349

G. Auslander: **Programarea liniară a amestecurilor de produse petroliere din rafinării. II. Proprietăţile amestecurilor de produse petroliere** 350–352

D. Dobrinescu: **Frecvenţa formării picăturilor la dispersia fracţiunilor petroliere în apă** 353–358

I. Geangălă: **Consideraţii tehnice privind influenţa parametrilor de bază optimi în transportul gazelor naturale la mare distanţă** 359–364

Al. Strat: **Traversarea aeriană a unui rîu cu trei conducte de ţiţei în construcţie sudată** 365–368

Realizări din industrie 369

Note tehnice 369–370

Documentare 370–372

Informaţii tehnico-economice 373–374

Recenzii 375–378

COMITETUL DE REDACŢIE

Dr. ing. Gh. ALDEA, redactor responsabil, dr. ing. Gh. DONŢOV – DANU, redactor responsabil adjunct, dr. ing. I. AVRAMESCU, ing. M. BUTUC, ing. V. COMAN, ing. V. COVRIG, ing. V. FILIP, ing. I. GEANGĂLĂ, conf. dr. ing. Gh. GEORGESCU, prof. dr. docent ing. Gr. IOACHIM, membru corespondent al Academiei R.S.R., ing. N. IOANESI, ing. M. LEU, ing. V. NICA, dr. geolog. D. PARASCHIV, chim. F. POPESCU, ing. V. POPESCU, dr. ing. N. PUŞCOIU, dr. ing. I. ZÎRNĂ

Redactor
ing. **Aurelia Buricatu**

CONTENS

* * * **The Works of National Conference of Engineers and Technicians** 318—324

Speech Delivered by the Secretary General of the Romanian Communist Party, President of the State Council of the Socialist Republic of Romania, NICOLAE CEAUȘESCU

L. Turculeț: **Subdivision Possibilities on Mineralogical Criteria for the Miocene Molasse Deposits Between Argeș and Topolog** 325—327

Gorun Manolescu: **Prospects of the Application of New Drilling Methods** 328—333

N. Macovei: **The Static Filtration Test — A Satisfactory Indicator of the Actual Filtration in Boreholes** 334—341

M. Ilea, G. A. Rădulescu: **The Absorption of Paraffine from White Oils on Active Carbon** 342—346

C. Taran: **Concerning the Absorbent Ratio in the Multicomponent Absorption** 347—349

G. Auslander: **Linear Programming of Refinery Blending Problems. II. The Properties of Petroleum Blends** 350—352

D. Dobrinescu: **The Frequency of Drops Formation in the Dispersion of Oil Fractions in Water.** 353—358

I. Geangălă: **Technical Considerations Concerning the Influence of the Optimum Main Parameters in the Transport of the Natural Gases at a Great Distance** 359—364

Al. Strat.: **The River Cross with Three Crude Oil Lines in Welding Construction.** 365—368

L. Turculeț: **Subdivision Possibilites on Mineralogical Criteria for the Miocene Molasse Deposits Between Argeș and Topolog**

The paper, presents a statistical study of the heavy minerals contained in the miocene molasse deposits between Argeș and Topolog.

Statistical data show a percentage difference of the heavy minerals between the burdigalian and helvetian deposits that prove the utility of the heavy minerals study in stratigraphical separations.

Original diagrams are presented with the heavy minerals arranged in order of their growing percentage values.

The analysis of these diagrams allowed to draw conclusions on the origin, transport and distribution of the heavy minerals in miocene.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 6, p. 325
D.C. 551.782.1

Gorun Manolescu: **Prospects of the Application of New Drilling Methods**

By "new drilling methods" in the meaning imparted to this term in the present paper, one understands the methods aiming — on the one side — to replace the rotary drilling system with other systems differing in the principle, and — on the other side — to replace the principles, methods and tools of classical use in rock dislocation.

Assuming that, in general, the new drilling methods are known from the literature, our purpose was to present a critical analysis of these methods and to point out their chances of replacing the classical methods.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 6, p. 328
D.C. 622.24(09)

N. Macovei: **The Static Filtration Test — A Satisfactory Indicator of the Actual Filtration in Boreholes**

The paper firstly presents a brief characterization of the situations in which the filtration of drilling fluids in a well takes place: through the bottom during the drilling and through the lateral walls of the well, under the conditions of the existence or inexistence of circulation.

Then, on the basis of some experiments carried out with a dynamic filtration installation, a comparison is presented between the filtrate volumes measured at the static standard test and the filtration speeds obtained at the dynamic test for the main types of fluids used in the Romanian oilfileds. For the dynamic tests, the stabilised filtration speed i. e.after a few hours of circulation has been considered as a measure of the filtration capacity of a drilling fluid.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 6, p. 334
D.C. 622.245.62

C. Taran: **Concerning the Absorbent Ratio in the Multicomponent Absorption**

The paper attempts to emphasize the dependence between the absorbent ratio and the composition of the rich gas. An absorption relation by which the absorbent ratio is expressed as a function of the composition of the rich gas that constitutes the raw naterial has been deduced. An example is given to illustrate that when the gas used as a raw naterial is poorer, in heavy components, the ratio is higher as in the case in which the operation pressure is higher.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 6, p. 347
D.C. 66.071.1

G. Auslander: **Linear Programming of Refinery Blending Problems. II. The Properties of Petroleum Blends**

Formulas for optimum blending are reviewed, calling attention to the advantages of a novel method, over the usual linear or blending index methods.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 6, p. 350
D.K. 665.6:621—503.55

СОДЕРЖАНИЕ

*** Работы национальной конференции инженеров и технических работников 318—324

Выступление товарища НИКОЛАЕ ЧАУШЕСКУ, генерального секретаря Румынской Коммунистической Партии, председателя Государственного Совета

Л. Туркулец: Возможности подразделения молясовых отложений между Арджешем и Тополого́м на основе минералогических критерий 325—327

Горун Манолеску: Перспективы применения новых методов бурения 328—333

Н. Маковей: Проба статической фильтрации-удовлетворительный показатель реальной фильтрации скважины 334—341

М. Иля, Г. А. Рэдулеску: Адсорбция парафина из светлых масел на активированом угле 342—346

К. Таран: О рации абсорбанта в многокомпонентной абсорбции 347—349

Г. Аусландер: Линейное программирование смесей нефтяных продуктов на нефтезаводах. II. Свойства смесей нефтяных продуктов 350—352

Д. Добринеску: Частота образования капель при дисперсии нефтяных погонов в воде

Система одоризирования газа метана путем вприскивания 353—358

И. Джангэлэ: Технические соображения относительно влияния основных оптимальных параметров, при транспортировке природных газов на большие растояния 359—364

Ал. Страт: Пересечение реки тремя нефтепроводами сварочной конструкции 365—368

Л. Туркулец: **Возможности подразделения молясовых отложений между Арджешем и Тополого́м на основе минералогических критерий.**

В статье приводится статистическое изучение тяжелых минералов которые находятся в молясовых, миоценовых отложениях между Тополого́м и Арджешем. Статистические данные показывают процентную разность тяжелых минералов между отложениями бурдигалиана и гельветическими отложениями, что доказывает что можно применять изучение тяжелых материалов для стратиграфической оценки. Приводятся оригинальные диаграммы где тяжелые минералы включены в порядке увеличения их процентного значения. Анализ этих диаграмм дал возможность высказать ряд соображений относительно происхождения, транспортировки и распределения тяжелых минералов миоценового периода.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 6, p. 325
Д.К. 551.782.1

Горун Манолеску: **Перспективы применения новых методов бурения.**

Под ,,новыми методами бурения'', в значении данному этому понятию в настоящей работе, разумеются методы которые преследуют с одной стороны-замену ротационной системы бурения другими принципиально отличающими системами, а с другой стороны замена принципов, методов и классических инструментов по раздроблению породы. Считая, в общем, что новые методы бурения известны из литературы, цель которой ставит себе эта работа состоит в том что бы провести критический анализ этих методов и выявить их шансы в замене классических методов.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 6, p. 328
Д.К. 622.24(09)

Н. Маковей: **Проба статической фильтрации-удовлетворительный показатель реальной фильтрации скважины.**

В работе приводится, вступительно, краткая характеристика положений в которых происходит фильтрация буровой жидкости в скважине: через дно скважины во время бурения и через боковые стенки скважины, в условиях существования или несуществования циркуляции. Потом, на основании ряда проведенных опытов на установке по динамической фильтрации, приводится сравнение между фильтрационными объёмами измеренными в стандартной статической пробе и фильтрационные скорости полученные при динамической пробе, для основных типов жидкостей применяемых на промыслах в Социалистической Республике Румыния. Для динамических проб, в качестве меры фильтрационной мощности буровой жидкости считают, стабилизированную фильтрационную скорость, т.е. после нескольких часов циркуляции

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 6, p. 334
Д.К. 622.24.62

К. Таран: **О рации абсорбанта в многокомпонентной абсорбций.**

В работе пытаются выявить зависимость между рацией абсорбанта и композицией жирного газа. В этом смысле выводят абсорбциионное отношение в котором рация абсорбанта выражена в качестве функции композиции жирного газа который составляет сырье. Путем конкретного примера показывают что она настолько больше насколько газ используемый в качестве сырья имеет меньше тяжелых компонентов и настолько больше насколько операционное давление выше.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 6, p. 347
Д.К. 66.071.7

Г. Аусландер: **Линейное программирование сеесмесей нефтяных продуктов на нефтезаводах. II- Свойства смесей нефтяных продуктов.**

Анализируются отношения по смесям применяемым для оптимизаций смесей, выявляя преимущества нового метода по сравнению с условными методами, основанными на линейных отношениях или на методе чисел смеси.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 6, p. 350
Д.К. 665.6:621—503.55

INHALT

*** **Die Arbeiten der Landeskonferenz der Ingenieure und Techniker.** 318—324

Rede des Generalsekretärs Rumänischen Kommunistischen Partei, Vorsitzenden des Staatsrats der SR Rumänien, NICOLAE CEAUȘESCU

L. Turculeț: **Möglichkeiten der Unterteilung der miozänen Molasse-Lagerstätten zwischen Argeș und Topolog nach mineralogischen Kriterien** 325—327

Gorun Manolescu: **Aussichten für die Anwendung neuer Bohrverfahren** 328—333

N. Macovei: **Statischer Filterversuch — ausreichende Messangabe der realen Filtration im Bohrloch** 334—341

M. Ilea, G. A. Rădulescu: **Paraffinadsorbption in Blondöl auf Aktivkohle** 342—346

C. Taran: **Über die Verhältniszahl des Absorbtionsmittels in mehrfachen Absorbtion.** 347—349

G. Ausländer: **Lineare Programmierung der Gemischprobleme in Raffinerien (II). Eigenschaften der Gemische aus Erdölerzeugnissen** 350—352

D. Dobrinescu: **Häufigkeit der Tropfenbildung bei der Dispersion der Erdölfraktionen in Wasser** 353—358

I. Geangălă: **Technische Erwägungen in bezug auf den Einfluss der optimalen Grundparameter bei der Beförderung der Erdgase über grosse Entfernungen.** 359—364

Al. Strat: **Überquerung eines Flusses mit drei Erdölleitungen in geschweisster Ausführung** 365—368

L. Turculeț: **Möglichkeiten der Unterteilung der miozänen Molasse-Lagerstätten zwischen Argeș und Topolog nach mineralogischen Kriterien**

Der Verfasser unternimmt eine statistische Untersuchung der schweren Mineralien in den miozänen Molasse-Lagerstätten zwischen Topolog und Argeș. Die statistischen Daten lassen auf einen prozentuellen Unterschied der schweren Mineralien zwischen den burdigalischen und helvetischen Lagerstätten schliessen, wodurch der Beweis erbracht wird, dass die Untersuchung der schweren Mineralien für stratigraphische Abtrennungen dienen kann.

Es werden neuartige Diagramme aufgestellt, in denen die schweren Mineralien in der Reihenfolge ihres prozentuellen Werts eingeschrieben sind.

Durch die Analyse dieser Diagramme können einige Schlussfolgerungen über die Herkunft, Beförderung und Verteilung der schweren Mineralien im Miozän gezogen werden.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 6, p. 325
D.K. 551.782.1

Gorun Manolescu: **Aussichten für die Anwendung neuer Bohrverfahren**

Durch „neue Bohrverfahren" bezeichnet der Verfasser all jene Verfahren die einerseits das Ersetzen des Rotarysystems durch andere, prinzipiell unterschiedliche Systeme, und andererseits das Ersetzen der herkömmlichen Prinzipien, Methoden und Werkzeuge für Gesteinversetzen vorsehen.

Es wird vorausgesetzt, dass die neuen Bohrverfahren aus der Fachliteratur bekannt sind; somit werden diese Verfahren einer kritischen Analyse unterzogen und deren Chansen, die klassischen Verfahren zu ersetzen, erörtert.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 6, p. 328
D.K. 622.24(09)

N. Macovei: **Statischer Filterversuch — ausreichende Messangabe der realen Filtration im Bohrloch**

Einleitend werden kurz die Bedingungen, unter denen die Filtration der Bohrflüssigkeit in einer Sonde stattfindet: durch die Bohrlochsohle während der Bohrung und durch die Seitenwände des Bohrlochs bei Vorhandensein oder Nichtvorhandesein des Kreislaufs, dargelegt.

Aufgrund der Teste mit einer Analge zur dynamischen Filtration wird ein Vergleich zwischen der, bei einem statischen Standard-Filtrierversuch gemessenen Filtratmenge und den, bei der dynamischen Probe erzielten Filtiergeschwindigkeiten gezogen. Die Teste umfassten die wichtigsten Typen von Bohrflüssigkeiten, die in der SR Rumänien angewandt werden. Für die dynamischen Versuche wurde als Messwert für die Filtierfähigkeit einer Bohrflüssigkeit, die stabilisierte Filtriergeschwindigkeit, d.h. nach einigen Umlaufstunden, angesehn.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 6, p. 334
D.K. 622.245.62

C. Taran: **Über die Verhältniszahl des Absorbtionsmittels in mehrfachen Absorbtion**

Der Verfasser versucht die Abhängigkeit zwischen der Verhältniszahl des Absorbtionsmittels und der Zusammensetzung des Reichgases zu bestimmen. Zu diesem Zweck wird eine Beziehung der Absorbiton abgeleitet, durch die die Verhältniszahl des Absorbtionsmittels als eine Funktion der Zusammensetzung des Reichgases, das als Rohstoff dient, ausgedrückt wird. Durch ein konkretes Beispiel wird veranschaulicht, dass diese umso grösser ist, als der Gasrohstoff weniger schwere Bestandteile enthält, und umso grösser, als der Betriebsdruck sich erhöht.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 6, p. 347
D.K. 66.071.7

G. Ausländer: **Lineare Programmierung der Gemischprobleme in Raffinerien (II). Eigenschaften der Gemische aus Erdölerzeugnissen**

Es werden die zur Optimalgestaltung der Gemische verwendeten Gemischrelationen analysiert und die Vorteile einer neuen Methode gegenüber den herkömmlichen Verfahren, die auf linearen Relationen oder der Methode der Gemischzahlen beruhen, unterstrichen.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 6, p. 350
D.K. 665.6:621—503.55

SOMMAIRE

*** **Les travaux de la conférence nationale des ingénieurs et techniciens** 318—324
Discours du secrétaire général du P.C.R., président du Conseil d'Etat de la République Socialiste de Roumanie, NICOLAE CEAUȘESCU

L. Turculeț: **Les possibilités de sous-division sur les critères minéralogiques des dépôts miocènes de molasse d'entre le Topolog et l'Argeș.** 325—327

Gorun Manolescu: **Les perspectives de l'application des méthodes nouvelles de forage** 328—333

N. Macovei: **L'épreuve de filtration statique — indicateur satisfaisant de la filtration réelle dans le trou de sonde** 334—341

M. Ilea, G. A. Rădulescu: **L'adsorption de la paraffine contenue par les-huiles blanches sur du charbon actif** 342—346

C. Taran: **Au sujet de la ration d'absorbant dans l'absorption multicomposant** 347—349

G. Auslander: **La programmation linéaire des problèmes de mélange dans les raffineries. II. Les propriétés des mélanges de produits pétroliers.** 350—352

D. Dobrinescu: **La fréquence de la formation des gouttes au cours de la dispersion des fractions pétrolières dans l'eau.** 353—358

I. Geangălă: **Considérations techniques concernant l'influence des paramètres de base optimums, dans le transport des gaz naturels à grande distance.** 359—364

Al. Strat: **La traversée d'une rivière par trois conduites de brut en construction soudée.** 365—368

L. Turculeț: **Les possibilités de sous-division sur les critères minéralogiques des dépôts miocènes de molasse d'entre le Topolog et l'Argeș**

L'article présente une étude statistique des minéraux lourds contenus dans les dépôts de molasse miocènes entre le Topolog et l'Argeș. Les données statistiques montrent une différence pourcentuelle des minéraux lourds entre les dépôts burdigaliens et ceux helvétiens, ce qui prouve qu'on peut utiliser l'étude des minéraux lourds pour des séparations stratigrafiques.

On présente des diagrammes originaux où les minéraux lourds sont insérés par ordre croissant de leurs valeurs pourcentuelles.

L'analyse de ces diagrammes a donné la possibilité de faire des considérations sur l'origine, le transport et la distribution des minéraux lourds dans la période du miocène.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 6, p. 325
C.D. 551.782.1

Gorun Manolescu: **Les perspectives de l'application des méthodes nouvelles de forage**

Par „méthodes nouvelles de forage" on entend, dans l'acception donnée à ce terme dans le présent ouvrage, les méthodes qui ont pour but — d'une part — de remplacer le système rotary de forage par des systèmes différant comme principe, et — d'autre part — de remplacer les principes, les méthodes et les outils classiques de dislocation des roches.

Considérant que, en général, les méthodes nouvelles de forage sont connues de la littérature, le but que nous nous sommes proposé a été de présenter une analyse critique de ces méthodes et de relever leurs chances de remplacer les méthodes classiques.

Petrol și Gaze, 23, 1972, nr. 6, p. 328
C.D. 622.24(09)

N. Macovei: **L'épreuve de filtration statique — indicateur satisfaisant de la filtration réelle dans le trou de sonde**

L'article présente une brève caractérisation des situations dans lesquelles a lieu la filtration des fluides de forage dans une sonde: par le fond du puits durant le forage et par les parois latérales de la sonde, dans les conditions de l'existence ou de l'inexistence de la circulation.

Ensuite, sur la base de certaines expériences effectuées avec une installation de filtration dynamique, on présente une comparaison entre les volumes de filtrat mesurés à l'épreuve statique standard et les vitesses de filtration obtenues à l'épreuve dynamique, pour les principaux types de fluides utilisés dans les chantiers de Roumanie. Pour les épreuves dynamiques, on a pris comme mesure de la capacité de filtration d'un fluide de forage, la vitesse de filtration stabilisée, c'est-à-dire après quelques heures de circulation.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 6, p. 334
C.D. 622.245 62

C. Taran: **Au sujet de la ration d'absorbant dans l'absorption multicomposant**

L'article essaye de mettre en évidence la dépendance entre la ration d'absorbant et la composition du gaz riche. On a déduit une relation d'absorption par laquelle la ration d'absorbant est exprimée comme fonction de la composition du gaz riche qui constitue la matière première. Par un exemple concret, on illustre que celle-ci est d'autant plus grande que le gaz utilisé comme matière première est plus pauvre en composants lourds et d'autant plus grande que la pression d'opération est plus élevée.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 6, p. 347
C.D. 66.071.7

G. Auslander: **La programmation linéaire des problèmes de mélange dans les raffineries. II. Les propriétés des mélanges de produits pétroliers**

On analyse les relations de mélange utilisées pour optimiser les mélanges et on met en évidence les avantages d'une méthode nouvelle par rapport aux méthodes conventionnelles basées sur des relations linéaires ou sur la méthode des chiffres de mélange.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 6, p. 350
C.D. 665.6:621—503.55

CONFERINȚA PE ȚARĂ A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR

În Sala Ateneului Român din Capitală, au avut loc în zilele de 19—21 mai în prezența tovarășului NICOLAE CEAUȘESCU, secretar general al Partidului Comunist Român, președintele Consiliului de Stat al Republicii Socialiste România, lucrările Conferinței pe țară a inginerilor și tehnicienilor, eveniment deosebit de important în viața intelectualității noastre tehnice.

La ședința de deschidere a lucrărilor conferinței au luat parte tovarășii **Ion Gheorghe Maurer, Emil Bodnăraș, Manea Mănescu, Gheorghe Pană, Gheorghe Rădulescu, Virgil Trofin, Ilie Verdeț, Maxim Berghianu, Gheorghe Cioară, Florian Dănălache, Emil Drăgănescu, Janos Fazekaș, Petre Lupu, Dumitru Popescu, Leonte Răutu, Gheorghe Stoica, Iosif Banc, Petre Blajovici, Miron Constantinescu, Miu Dobrescu, Mihai Gere, Ion Ioniță, Vasile Patilineț, Ion Stănescu, Ion Dincă.**

Au participat, de asemenea, membri ai C.C. al P.C.R., ai guvernului, conducători de instituții centrale, reprezentanți ai unor organizații de masă și obștești, renumiți oameni de știință, cadre didactice din învățămîntul superior, muncitori—inovatori.

Înscriindu-se în sfera acțiunilor care au loc în întreaga țară în întîmpinarea apropiatei Conferințe Naționale a partidului, acest forum al inteligenței tehnice românești reunește 800 de delegați și invitați din întreprinderi și centrale industriale, de pe șantierele de construcții, din agricultură și din alte sectoare ale economiei, reprezentînd pe cei peste 280 mii de ingineri și tehnicieni din România, care, prin munca lor rodnică, entuziastă în domeniul producției, cercetării, proiectării, învățămîntului, s-au dovedit a fi organic legați de popor, de năzuințele sale, profund atașați politicii partidului nostru. Analizînd activitatea desfășurată de Consiliul Național al Inginerilor și Tehnicienilor, de organismele sale din întreprinderi și județe în perioada care a trecut de la ultima conferință și pînă în prezent, s-a dezbătut multilateral, cu răspundere și competență, sarcinile ce revin în continuare cadrelor tehnico-inginerești în înfăptuirea programului de făurire a societății socialiste multilateral dezvoltate elaborat de Congresul al X-lea al P.C.R.

Conferința a avut un caracter de lucru, stabilind, sarcinile și căile practice menite să asigure creșterea contribuției inginerilor și tehnicienilor noștri la dezvoltarea și modernizarea economiei, la sporirea și perfecționarea continuă a producției materiale, la promovarea susținută a progresului tehnico-științific în industrie, agricultură și celelalte ramuri ale producției materiale, aplicarea pe scară largă a cuceririlor tehnico-științifice contemporane, introducerea și extinderea procedeelor și tehnologiilor moderne, asimilarea de noi produse și ridicarea continuă a nivelului calitativ al celor existente, organizarea științifică a producției și a muncii, valorificarea superioară a resurselor materiale și umane ale țării, creșterea eficienței activității în toate domeniile, în vederea sporirii mai rapide a avuției naționale, a venitului național.

Prezența la conferință a tovarășului NICOLAE CEAUȘESCU a constituit o expresie grăitoare a grijii și prețuirii conducerii de partid și de stat față de intelectualitatea tehnică a țării, care în strînsă unitate cu clasa muncitoare și țărănimea, participă cu competență și responsabilitate la înfăptuirea politicii partidului, la construirea marilor obiective industriale și agricole, la ridicarea pe noi culmi a prestigiului creației tehnico-științifice românești.

Prof. ing. Constantin Dinculescu, *președintele Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor, a deschis lucrările conferinței.*

Întîmpinat cu puternice și îndelungi aplauze, cu ovații și urale, a luat cuvîntul tovarășul NICOLAE CEAUȘESCU.

Cuvîntarea secretarului general al partidului a fost urmărită cu viu și deosebit interes de cei prezenți și subliniată în repetate rînduri de entuziaste aplauze.

Dînd glas gîndurilor și sentimentelor unanime de profundă recunoștință ale tuturor delegaților și invitaților la conferință președintele Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor a mulțumit călduros tovarășului NICOLAE CEAUȘESCU pentru valoroasele sale îndrumări, pentru aprecierile făcute la adresa activității inginerilor și tehnicienilor noștri, luîndu-și angajamentul în numele participanților ca actuala conferință să marcheze o cotitură importantă în munca desfășurată pentru promovarea noului și perfecționarea activității în toate domeniile, în așa fel încît toate cadrele tehnico-inginerești să-și aducă o contribuție sporită la dezvoltarea economică și socială a țării.

În cadrul ordinei de zi, prof. ing. **Constantin Dinculescu** *a prezentat Raportul asupra activității desfășurate de Consiliul Național al Inginerilor și Tehnicienilor și cu privire la sarcinile ce revin intelectualității tehnice alături de toți oamenii muncii pentru înfăptuirea programului de construire a societății socialiste multilateral dezvoltate.*

Prof. ing. dr. **Oliviu Rusu** *vicepreședinte al C.N.I.T., a prezentat Raportul la proiectul de Statut al Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor.*

În plenul Conferinței pe țară a inginerilor și tehnicienilor a luat cuvîntul tovarășul **Virgil Trofin,** *membru al Comitetului Executiv al Prezidiului Permanent al C.C. al P.C.R., președintele Consiliului Central al Uniunii Generale a Sindicatelor din România.*

În cadrul lucrărilor au luat cuvîntul un mare număr de cadre tehnice care au împărtășit din experiența lor, au analizat lipsurile care mai persistă în munca inginerilor și tehnicienilor, făcînd zeci și sute de propuneri pentru îmbunătățirea activității pe multiple planuri. Pe bună dreptate, se poate aprecia că vibranta chemare a secretarului general al partidului, adresată intelectualității tehnice românești, de a-și pune în valoare pe deplin experiența și capacitatea ei creatoare în slujba dezvoltării producției, promovării progresului tehnic, creșterii eficienței economice, a găsit un puternic ecou în rîndul tuturor celor prezenți la conferință.

Conferința a aprobat, în unanimitate, Statutul Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor din Republica Socialistă România care definește cu claritate rolul și atribuțiile acestei organizații obștești, creînd un cadru favorabil sporirii aportului tuturor inginerilor și tehnicienilor în toate domeniile vieții economice și sociale a țării. Participanții au adoptat, de asemenea, Rezoluția Conferinței pe țară a inginerilor și tehnicienilor, document care stabilește orientările fundamentale ale activității C.N.I.T., a comisiilor sale și a cadrelor noastre tehnico-inginerești.

Trecîndu-se la ultimul punct al ordinii de zi a conferinței, s-au ales prin vot secret Consiliul Național al Inginerilor și Tehnicienilor, din care fac parte 187 de membri și 22 membri supleanți, Colegiul pentru problemele eticii profesionale al C.N.I.T., precum și Comisia de cenzori. Președinte al Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor a fost ales prof. dr. ing. **Oliviu Rusu;** *vicepreședinți: acad.* **Ștefan Bălan,** *acad.* **Remus Răduleț,** *dr. ing.* **Iancu Drăgan,** *director la Institutul de cercetări metalurgice din București,* **Elena Buzescu,** *inginer-șef la Fabrica de confecții și tricotaje din București, ing.* **Racz Attila,** *director tehnic la Combinatul minier Bălan, dr. ing.* **Dragoș Toma,** *director la Institutul de cercetări pentru mecanizarea agriculturii, prof. ing.* **Ion Curievici,** *decan al Facultății de chimie industrială din Iași, dr. ing.* **Traian Mocuța,** *de la Institutul de cercetări și proiectări de foraj din Cîmpina, și* **Ion Mileulescu,** *tehnician la Centrala termoelectrică din Craiova; secretar: ing.* **Ion Iștoc.** *Președinte al Colegiului pentru problemele eticii profesionale al C.N.I.T. a fost ales prof. ing.* **Constantin Dinculescu.** *Ca președinte al Comisiei de cenzori a fost ales economistul* **Tristan Ionescu.**

Într-o atmosferă de puternic entuziasm, conferința a hotărît să adreseze o scrisoare Comitetului Central al Partidului Comunist Român, tovarășului NICOLAE CEAUȘESCU.

Conferința s-a încheiat într-o atmosferă însuflețitoare exprimînd angajarea totală a intelectualității noastre tehnice de a contribui mai eficient, cu toate forțele, la realizarea sarcinilor cantitativ și calitativ superioare ale cincinalului, de a-și spori aportul la munca rodnică și avîntată a întregului popor, pentru îndeplinirea obiectivelor stabilite de Congresul al X-lea al P.C.R.

Cuvîntarea tovarășului Nicolae Ceaușescu

Stimați tovarăși,

Este deosebit de plăcut pentru mine și pentru ceilalți tovarăși din conducerea partidului și statului să luăm parte la Conferința inginerilor și tehnicienilor. Doresc, cu acest prilej, ca, în numele Comitetului Central al partidului, al Consiliului de Stat, al guvernului și al meu personal, să adresez celor prezenți în această sală, tuturor cadrelor tehnice din România, un salut călduros. (Aplauze puternice).

Această reuniune a reprezentanților inginerilor și tehnicienilor este chemată să dezbată sarcinile ce revin intelectualității tehnice din România în activitatea consacrată sporirii și perfecționării continue a producției materiale și creșterii eficienței economice, ridicării nivelului de civilizație și bunăstare al întregului nostru popor.

Trecînd, după eliberarea țării, la edificarea noii orînduiri sociale pe pămîntul României, Partidul Comunist a pus în fața întregului popor sarcina făuririi unei baze tehnico-materiale, superioare, a dezvoltării accelerate a forțelor de producție, a organizării moderne a întregii economii considerînd că de rezolvarea acestei importante sarcini depinde progresul multilateral al patriei noastre, viitorul însuși al națiunii noastre socialiste. (Aplauze puternice).

În anii socialismului au fost înălțate pe tot cuprinsul țării mii și mii de întreprinderi industriale și agricole noi, dotate cu tehnică avansată. Noile întreprinderi ridicate în toate regiunile țării au schimbat radical înfățișarea patriei noastre, au determinat modificări profunde în condițiile de muncă și de viață ale oamenilor muncii, în ridicarea gradului de civilizație materială și spirituală a întregului popor. România realizează astăzi o gamă largă de produse industriale moderne, reușește în măsură tot mai mare să asigure, din producția internă, utilarea noilor obiective economice, participă activ la diviziunea internațională a muncii. În ultimii ani, în industria noastră s-a realizat o cotitură importantă în preocuparea pentru îmbunătățirea tehnologiilor de fabricație, pentru ridicarea calității produselor, pentru autodotarea întreprinderilor, pentru crearea de utilaje și mașini-unelte cu caracteristici superioare, pentru introducerea cuceririlor științei și tehnicii moderne în producție. Cu toate acestea, trebuie spus să sîntem de-abia la începutul procesului de modernizare a industriei noastre socialiste corespunzător cuceririlor revoluției tehnico-științifice mondiale.

Toate realizările înfăptuite în anii construcției socialiste sînt rodul politicii marxist-leniniste a Partidului Comunist, al muncii eroice a clasei muncitoare, țărănimii, a tuturor oamenilor muncii, fără deosebire de naționalitate, care aplică cu fermitate și elan în viață programul elaborat de partid — de înflorire a țării, de ridicare a bunăstării tuturor celor ce muncesc. (Aplauze puternice).

În procesul industrializării, clasa muncitoare și-a dovedit din plin energia revoluționară, spiritul de sacrificiu, talentul și capacitatea creatoare : din rîndurile ei s-au ridicat zeci de mii de inovatori și inventatori, precum și nenumărate cadre de specialiști în multe domenii tehnice.

O dată cu dezvoltarea numerică și ridicarea nivelului tehnic și profesional al clasei muncitoare, partidul a acordat o atenție deosebită dezvoltării învățămîntului tehnic, formării cadrelor de specialiști, de ingineri și tehnicieni în toate domeniile activității industriale. Se poate spune că în acești ani a fost creată o puternică intelectualitate tehnică nouă, care, împreună cu specialiștii mai vîrstnici, și-a pus întreaga capacitate și putere de muncă în slujba edificării societății socialiste în România. (Aplauze puternice, prelungite). Astăzi, numărul inginerilor este de circa 12 ori mai mare decît în 1944; în întreprinderi, pe șantiere de construcții, în unitățile din agricultură, în activitatea de cercetare și proiectare lucrează circa 120 000 ingineri și peste 160 000 tehnicieni. Intelectualitatea tehnică, lărgindu-și continuu rîndurile cu noi elemente din rîndul clasei muncitoare, contopindu-se cu aceasta în muncă, în creația tehnică, a adus o contribuție de seamă la rezolvarea problemelor complexe puse de dezvoltarea și modernizarea economiei naționale, la înfăptuirea programului general de edificare a socialismului în România.

Doresc ca de la această tribună să adresez cele mai calde mulțumiri și felicitări clasei muncitoare — creatoarea industriei noi, socialiste din România — puternicului nostru detașament de cadre tehnico-inginerești care, împreună și în strînsă unitate și colaborare cu ceilalți oameni ai muncii, dau viață politicii partidului, asigură mersul ferm înainte al țării pe drumul făuririi societății socialiste multilateral dezvoltate în România. (Aplauze puternice, prelungite).

Dragi tovarăși,

Poporul român a înfăptuit măreața operă revoluționară de înlocuire a orînduirii bazate pe exploatare și asuprire cu noua orînduire socialistă, în care oamenii muncii sînt stăpîni pe avuția națională, pe roadele muncii lor pe propriul lor destin.

Trăim astăzi într-o societate superioară din punct de vedere social și politic, care asigură oamenilor muncii o viață demnă, posibilitatea manifestării plenare în conducerea treburilor țării, în întreaga viață economică-socială.

Cu toate succesele uriașe obținute în anii de după eliberare în creșterea potențialului material al țării, din punct de vedere al dezvoltării economice între România și țările avansate ale lumii, inclusiv unele țări socialiste mai dezvoltate, există încă un decalaj însemnat. Realitatea social-economică obiectivă — nivelul venitului național pe cap de locuitor, ponderea populației agrare în totalul populației, precum și alți indicatori economici — demonstrează că mai avem încă un drum lung de parcurs pentru a lichida starea de înapoiere de la care am pornit, pentru a ajunge la nivelul țărilor dezvoltate; de aceea trebuie să spunem deschis că România continuă să fie o țară în curs de dezvoltare.

Pentru lichidarea acestui decalaj, pentru apropierea cît mai grabnică de nivelul țărilor avansate din punct de vedere economic, Congresul al X-lea a pus în fața întregului popor sarcina intensificării eforturilor pentru dezvoltarea bazei tehnico-materiale a societății, modernizarea industriei și agriculturii, pentru realizarea unei economii în pas cu cele mai noi cuceriri ale științei și tehnicii mondiale, pentru valorificarea la maximum, la un nivel superior, a resurselor materiale și umane ale țării.

Practic, lichidarea decalajului care ne mai desparte de țările dezvoltate din punct de vedere economic, ridicarea României la nivelul țărilor avansate ale lumii va mai dura, probabil, cîteva cincinale — pînă în 1985—1990. Făurirea orînduirii socialiste descătușarea energiei creatoare a maselor eliberate de exploatare și participarea acestora la conducerea societății creează premisele pentru accelerarea dezvoltării multilaterale a țării, pentru realizarea progresului rapid al forțelor de producție, al bazei materiale a societății. A făuri societatea socialistă multilateral dezvoltată înseamnă tocmai a crea o economie avansată, o industrie modernă și o agricultură intensivă de înalt randament, o știință înfloritoare care să asigure atît dinamizarea producției materiale cît și perfecționarea întregii societăți, o instrucție publică largă, de un nivel ridicat — adică a asigura condiții care să permită satisfacerea plenară a nevoilor materiale și spirituale ale tuturor celor ce muncesc de la orașe și sate.

Avem toate condițiile ca programul elaborat de Congresul al X-lea să fie nu numai îndeplinit, dar chiar depășit, parcurgem astfel mai repede drumul spre lichidarea subdezvoltării. Depinde de noi toți — și în primul rînd de clasa muncitoare — de țărănime, de intelectualitate, de toți oamenii muncii, fără deosebire de naționalitate, ca România să ajungă într-o perioadă

cît mai scurtă la nivelul țărilor dezvoltate. Avem o bază socială nouă, socialistă, puterea se află în mîna poporului; prin noi înșine trebuie să făurim — și vom făuri — o societate superioară. (Aplauze puternice, prelungite).

Pornind de la aceste considerente și cerințe, actualul cincinal prevede ca industria să se dezvolte într-un ritm anual de 12 la sută, astfel încît ea să-și întărească poziția conducătoare în economie, participînd în final cu aproape 65 la sută la formarea venitului național. În cursul cincinalului se vor construi circa 1 500 de întreprinderi industriale noi, urmărindu-se cu deosebire dezvoltarea rapidă a ramurilor moderne ce creează produse de valoare economică superioară, cum sînt: construcția de mașini, industria chimică și petrochimică, energetică și altele.

După cum se știe, în prezent se elaborează lucrări de prognoză menite să definească liniile orientative ale evoluției economico-sociale a țării pînă la sfîrșitul acestui secol. Ne propunem ca în deceniile următoare să creăm o industrie puternică, la nivelul tehnicii și științei moderne, care să aibă ca ramuri de bază electronica și electrotehnica, mecanica fină, construcția de utilaje tehnologice, construcțiile navale, producția de mase plastice, de fibre sintetice, energia nucleară și altele. Acordăm o mare atenție progresului rapid al agriculturii care în următoarele cincinale va trebui să asigure producții ridicate, la nivelul țărilor dezvoltate din acest punct de vedere. După cum se cunoaște, facem eforturi serioase în vederea mecanizării, chimizării, a irigării terenurilor și altor îmbunătățiri funciare.

Tot ceea ce ne propunem să realizăm este chemat să asigure înfăptuirea țelului suprem al politicii partidului nostru, al socialismului însuși — ridicarea bunăstării întregului popor, făurirea condițiilor ca omul societății noastre să ducă o viață demnă, tot mai îmbelșugată. Vom face totul pentru a asigura, an de an, ridicarea bunăstării poporului nostru. (Aplauze puternice, prelungite).

Înfăptuirea programului elaborat de Congresul al X-lea — făurirea societății socialiste multilateral dezvoltate — presupune perfecționarea continuă a relațiilor socialiste de producție, a organizării întregii societăți, crearea cadrului organizatoric corespunzător pentru participarea la conducerea țării, la elaborarea și înfăptuirea politicii partidului, la desfășurarea întregii vieți sociale și economice, a tuturor categoriilor de oameni ai muncii, a întregului popor. Numai pe această bază, asigurînd unirea eforturilor întregului popor și participarea activă a tuturor categoriilor de oameni ai muncii la elaborarea politicii interne și externe, dezvoltînd democrația socialistă, se poate făuri socialismul multilateral dezvoltat în România. Sînt cunoscute măsurile adoptate în ultimii ani în această direcție. Conferința Națională a partidului, care va avea loc în a doua parte a lunii iulie, urmează să facă bilanțul realizărilor de pînă acum și să stabilească noi măsuri pentru perfecționarea în continuare a organizării și conducerii economiei, a întregii vieți sociale, pentru aplicarea în viață a tuturor hotărîrilor Conferinței Naționale și a Congresului al X-lea. Procesul de perfecționare a conducerii societății, de dezvoltare a democrației socialiste va trebui să se amplifice, să constituie o preocupare permanentă a partidului și statului nostru, aceasta fiind un factor de seamă al edificării cu succes a societății socialiste, al creării condițiilor pentru trecerea la făurirea comunismului în România.

O atenție deosebită acordăm afirmării în viață a principiilor eticii și echității socialiste. Este de înțeles pentru toți că societatea pe care o edificăm trebuie să asigure o justă repartiție a venitului național, corespunzător rolului și importanței pe care diferitele categorii de oameni ai muncii o au în producția materială și în viața socială. Trebuie, de asemenea, să facem totul pentru a lichida vechile mentalități și stări de lucruri, care din păcate, se mai manifestă și se vor mai manifesta încă multă vreme și în societatea noastră. Îngrijindu-ne de dezvoltarea bazei materiale, de perfecționarea conducerii societății, de dezvoltarea democrației socialiste, trebuie să ne preocupăm de promovarea fermă a principiilor comuniste de muncă și de viață. Vom face totul ca aceste principii să devină călăuza tuturor oamenilor muncii, a fiecărui cetățean din patria noastră. (Aplauze puternice, prelungite).

Înfăptuirea măreților obiective de dezvoltare a patriei noastre pune cu acuitate problema valorificării superioare a resurselor materiale și umane ale societății. Pentru economia românească, problema esențială în actualul cincinal și în cincinalele următoare este de a obține o creștere substanțială a ponderii produselor cu un grad de prelucrare superioară care înmagazinează o cantitate mai mare de muncă, de inteligență tehnică și, în același timp, duc la un consum minim de materii prime și materiale. Față de situația de astăzi, va trebui să ajungem la sporirea de cîteva ori a valorii tonei de materii prime și materiale prelucrate industrial sau — ca să fiu mai clar — va trebui să producem asemenea mașini și utilaje încît dintr-o tonă de metal să obținem, pînă în 1980—1985, o valoare de 4—5 ori mai mare decît realizăm astăzi. Aceasta este valabil pentru toate ramurile industriale. Numai pe această cale va fi posibil ca economia românească să devină realmente o economie avansată. Subliniez acest lucru pentru că dumneavoastră, intelectualitatea tehnică, împreună cu clasa muncitoare, sînteți chemați să faceți totul pentru înfăptuirea acestui obiectiv. Realizarea acestui înalt grad de dezvoltare economică cere o preocupare mai intensă pentru introducerea unor tehnologii moderne în toate procesele de producție. Totodată, atingerea acestor obiective impune creșterea substanțială a productivității muncii, care reprezintă condiția hotărîtoare a eficienței economice, a sporirii produsului social și a venitului național, a ajungerii din urmă a statelor dezvoltate atît la producția pe cap de locuitor, cît și în ce privește standardul de viață al populației. Vreau să fiu foarte explicit. Venitul nostru național pe locuitor este astăzi de circa 5—600 dolari anual. Olanda, de exemplu, are un venit național pe locuitor de circa 2 400 dolari anual. Oricît de bine am împărți noi cei 5—600 dolari, chiar dacă i-am consacra pe toți consumului — ceea ce ar însemna să condamnăm țara nu numai la menținerea situației actuale, dar chiar la regres — tot nu am putea repartiza pentru consum atît cît se poate repartiza dintr-un venit de 2 400 dolari. Deci, problema esențială, atît pentru dezvoltarea economiei, cît și pentru creșterea nivelului de trai, este creșterea rapidă a avuției naționale, a venitului național. Acest lucru trebuie să fie înțeles de noi toți — și mai ales de dumneavoastră, inginerii, care aveți un rol important în valorificarea superioară a mijloacelor materiale și umane. Trebuie să spunem că avem, în această privință, deficiențe mari. Nu se introduc încă destul de rapid tehnologiile moderne; deși avem multe inițiative cu rezultate bune, ele se generalizează greoi, chiar în întreprinderile în care au fost concepute și unde se aplică. Se întîmplă, astfel, să se producă unele motoare cu subansamble noi, mai moderne, cu o greutate de 2—3 ori mai mică decît cele vechi — dar în același timp continuă să se fabrice și produsele vechi. Se menține încă o mentalitate de grandomanie, care duce la risipirea avuției materiale a poporului. Construim încă întreprinderi supradimensionate, facem finisaje costisitoare nejustificate. Dumneavoastră știți foarte bine că nu dimensiunile clădirii sau calitatea finisajului acesteia asigură gradul înalt al tehnologiei producției. Se impune să luăm o poziție hotărîtă împotriva unor astfel de practici negative în folosirea mijloacelor materiale și umane. Trebuie să utilizăm cu chibzuință fiecare leu. Cînd facem o investiție, cînd cheltuim un leu, să ne punem întrebarea: cît vom realiza? Este inadmisibil să se cheltuiască o mie de lei și să se obțină o producție de 900 lei. Ce fel de eficiență economică ar fi aceasta? Fără a obține la mia de lei cheltuită o producție de 3—4 ori mai mare nu se poate lichida subdezvoltarea, nu ne vom putea apropia rapid de țările avansate din punct de vedere economic. Iată o problemă ce trebuie bine înțeleasă, iată o sarcină fundamentală pe care partidul o pune în fața inginerilor și tehnicienilor, a tuturor oamenilor muncii din România.

Avem, după cum am spus, multe rezultate bune în această direcție. De aceea, apreciez că există toate condițiunile pentru a lichida, într-un timp scurt, stările negative de lucruri, pentru a asigura o îmbunătățire substanțială a întregii activități economice. Aș dori să exprim convingerea mea, a conducerii de partid și de stat că inginerii și tehnicienii vor face din această sarcină problema centrală a muncii lor. (Aplauze puternice).

Realizarea unei creșteri impetuoase și diversificarea forțelor de producție, transformarea radicală a structurii economiei țării necesită ridicarea continuă a gradului de pregătire profesională și de cultură științifică și tehnică a tuturor oamenilor muncii. În următorii 10—15 ani, pe baza dezvoltării învățămîntului de toate gradele, a măsurilor de calificare, specializare și reciclare

luate de partid în întreaga economie națională, se va realiza o creștere importantă a nivelului tehnic și de cultură generală al clasei muncitoare, se va asigura o sporire considerabilă a numărului inginerilor și tehnicienilor din producție. Pe această cale se va realiza o puternică apropiere între munca fizică și intelectuală, între muncitori și specialiști, care, împreună, vor constitui o uriașă forță dinamică a progresului material și tehnico-științific al țării, determinînd totodată un proces de profundă omogenizare a națiunii noastre socialiste.

Știți că astăzi cele mai multe inovații, cele mai multe modernizări ale proceselor tehnice și tehnologiilor de producție sînt rezultatul conlucrării strînse dintre ingineri, tehnicieni și muncitori. Avem sute de mii de muncitori cu o înaltă calificare care rezolvă probleme de mare tehnicitate. Acolo unde s-a realizat o colaborare strînsă între muncitori, tehnicieni și ingineri s-au obținut cele mai bune rezultate în modernizarea producției, în introducerea tehnologiei noi. De aceea problema atragerii largi a muncitorilor în procesul de modernizare a industriei socialiste, conlucrarea strînsă dintre ingineri, cercetători, oameni de știință și muncitori constituie un factor hotărîtor pentru dezvoltarea economiei noastre socialiste. (Aplauze puternice, prelungite).

Îndeplinirea marilor sarcini de modernizare a economiei noastre impune ca inginerii, tehnicienii, toți specialiștii să se afle în permanență acolo unde se hotărăște soarta perfecționării și dezvoltării producției, unde-și pot valorifica cel mai bine experiența și pregătirea tehnico-științifică. Inginerii și specialiștii trebuie să-și desfășoare activitatea în sectoarele de concepție, proiectare și cercetare ale unităților de producție, asigurîndu-se astfel valorificarea deplină și cît mai operativă a rezultatelor gîndirii tehnice proprii. Așa cum am subliniat și la ultima plenară a Comitetului Central al partidului, trebuie să combatem în modul cel mai hotărît tendința unor cadre din economie de a apela în mod nejustificat la importul de licențe, subapreciind capacitatea de creație a inginerilor și tehnicienilor noștri. Este necesar să se acorde mai multă încredere inginerilor, oamenilor de știință din țara noastră, gîndirii tehnice românești în soluționarea problemelor impuse de dezvoltarea producției industriale și agricole.

În aceeași ordine de idei, este necesar să fie combătută cu cea mai mare fermitate tendința care mai există la unele ministere, centrale și întreprinderi de a folosi ingineri, cadre cu înaltă calificare tehnică în munci cu caracter administrativ, birocratic, împiedicîndu-le astfel să-și pună în valoare pregătirea, capacitatea, în slujba progresului tehnic, a modernizării producției materiale. Nu aș dori să mă refer astăzi concret la vreun minister sau la vreo centrală, mai cu seamă că, într-un fel sau altul, peste tot se găsesc asemenea stări de lucruri. Este necesar însă să se ia măsuri hotărîte pentru a se pune capăt practicilor la care m-am referit, pentru a nu se mai folosi în munci administrative, funcționărești, oameni de specialitate, pentru ca toate forțele tehnice să fie îndrumate spre sectoarele de cercetare, concepție și producție. Aceasta constituie, de asemenea, o problemă de importanță deosebită pentru țara noastră și trebuie să o rezolvăm în cel mai scurt timp. (Aplauze puternice). La Comitetul Executiv al C.C. al partidului am stabilit ca într-o perioadă scurtă să se prezinte propuneri pentru a se norma mai bine și a se stabili mai precis funcțiile în care pot și trebuie să lucreze inginerii spre a înlătura stările negative de astăzi și anume încadrarea inginerilor într-un șir de funcții administrative. Aș apela la dumneavoastră la toți inginerii din țara noastră, la conducerile întreprinderilor să ajute ca această lucrare să se facă cît mai repede și cît mai bine. Este o problemă națională dacă se poate spune așa, folosirea cu pricepere și în mod rațional a forței tehnico-științifice a țării; vă rog pe toți să acționați în strînsă unitate, spre a asigura înfăptuirea acestui comandament esențial pentru progresul economic al României. Sper că vom găsi în acest sens sprijin la fiecare inginer și tehnician, că ei înșiși vor cere să iasă din birouri, să înceteze de a-și mai duce munca printre hîrtii. Numai cu hîrtii nu se poate face nimic! Cu hîrtii venitul național nu crește cu nici o centimă — dimpotrivă, prin aceasta se consumă venit național. Venitul național se realizează în cercetare, în concepția tehnică și mai cu seamă în producția de bunuri materiale. Acolo este locul inginerului! (Aplauze puternice, prelungite).

Inginerii, tehnicienii, toți specialiștii trebuie să fie înflăcărați promotori ai tehnicii noi, să se situeze în primele rînduri ale luptei pentru modernizarea producției și a procesului de fabricație, pentru dezvoltarea mișcării de inovații și raționalizări, pentru afirmarea noului în producție, în tehnică, împotriva rutinei și conservatorismului, a practicilor și metodelor de muncă perimate care se mai întîlnesc în unele din întreprinderile noastre. Pasiunea pentru tehnică trebuie să fie un atribut esențial al profesiei inginerești! În istoria tehnicii românești sînt nenumărate exemple de ingineri și specialiști care, deși și-au desfășurat activitatea în condiții destul de grele, au făcut prin creațiile lor, prin pasiunea cu care au muncit, adevărate opere de pionierat în tehnică; sînt cunoscute exemplele minunate pe care le-au dat în această privință mulți specialiști români — nu aș dori să dau acum nume, pentru că ar trebui să citez o listă foarte mare — dar doresc să menționez că ei au contribuit, prin activitatea, prin opera lor, la ridicarea prestigiului tehnicii românești, jucînd totodată un rol important pe planul promovării tehnice internaționale. (Aplauze puternice). Aceasta presupune îndrăzneală, pasiune, dăruire noului, progresului. A desfășura o muncă eficientă în cercetare și în proiectarea tehnologică nu înseamnă a pune pe primul plan preocuparea pentru a scrie cît mai multe volume de literatură tehnică, care, în treacăt fie zis, uneori conțin reluări din diferite reviste de specialitate, nu înseamnă a face în fiecare lună cîte o comunicare așa-zis științifică. De o asemenea activitate — să vă spun drept — nu prea avem nevoie; asemenea operațiuni trebuie să le facă centrele de documentare, nu cercetătorul, omul de știință. Noi avem nevoie de oameni de știință care să realizeze procese tehnologice noi în domeniile lor de activitate, să le perfecționeze pe cele existente. Aceasta este știință, aceasta este creație! Să înlocuim preocuparea pentru a realiza tomuri de hîrtii pe care nu le citește nimeni cu preocuparea de a concepe soluții tehnice, redîndu-le concis prin desene, prin cifre, și de a le aplica în viață. De o asemenea creație științifică și tehnică avem nevoie, o asemenea creație vă cerem! (Aplauze puternice, prelungite). Îmi veți permite — deși am spus că nu voi da nume — să mă refer totuși la un savant prezent aici, la Henri Coandă. (Aplauze prelungite). După cum știți, el este printre creatorii primului avion cu reacție; are, de asemenea, o serie de alte descoperiri în tehnică folosite în întreaga lume. Deși a trecut de 80 de ani, el este tînăr, se poate lua la întrecere cu mulți tineri în gîndire, în preocuparea de a descoperi noi căi pentru progresul științei și tehnicii. (Aplauze puternice). Cu toate acestea, cred că nu veți putea găsi la Henri Coandă — care are o activitate de peste 60 de ani în cercetarea științifică — lucrări atît de voluminoase ca ale unor tineri specialiști de ai noștri în vîrstă de-abia 30—35 ani. De ce ridic această problemă? Pentru că ea reflectă modul de a gîndi și înțelege activitatea de cercetare și de creație. Nu dezbatem acum această problemă, dar întrucît aici sînt cercetători, ingineri și tehnicieni e bine să amintim că creația științifică nu se măsoară în tone sau în kilograme de hîrtie, ci în ceea ce aduce nou, în contribuția la dezvoltarea societății socialiste în România, în dezvoltarea societății în general. De aici trebuie să pornim. Aceasta este cerința pe care o punem în fața dumneavoastră, a tuturor inginerilor și tehnicienilor. (Aplauze puternice).

Producția industrială actuală pune pe prim plan buna organizare și conducerea rațională a producției. Și aici, pe lîngă rezultatele bune pe care le-am obținut, avem încă o serie de neajunsuri. Cu actualele capacități de producție, printr-o bună organizare, printr-o rațională folosire a mașinilor, prin modernizarea lor, putem obține o producție cu cel puțin 30—40 la sută mai mare decît cea care se realizează, iar în unele întreprinderi putem dubla producția fără a cheltui un leu în plus. Iată ce rezerve uriașe există în economia noastră, iată ce sarcini mari revin inginerilor și tehnicienilor în calitatea lor de organizatori și raționalizatori ai producției! Am dori să se realizeze o cotitură radicală în preocuparea pentru buna organizare și folosire a mijloacelor pe care le avem la îndemînă.

Problema productivității muncii, care constituie factorul esențial al progresului societății, este legată și ea de buna organizare și raționalizare a activității întreprinderilor. Pentru a realiza creșterea substanțială a productivității muncii trebuie să realizăm o mecanizare și o automatizare rapidă a procesului de producție, să trecem la mașini-agregate, la mașini complexe care să înlocuiască un număr mare de mașini, să necesite un număr mic de oameni pentru mînuirea lor. Trebuie să trecem

hotărît la modernizarea producției, la introducerea tehnicii noi, la automatizare, la folosirea mijloacelor electronice de comandă, pentru că numai pe această cale vom putea spori de 5—6 ori productivitatea muncii într-o perioadă de 10—15 ani. Aceasta este problema esențială pentru noi — și trebuie s-o înțelegem cu toată seriozitatea.

Toți inginerii — aflați pe o scară sau alta a procesului de producție — îndeplinesc în fond funcții de conducere. Deci stă în puterea lor, pînă la urmă, să asigure o organizare și desfășurare superioară a procesului de producție. Organele colective de conducere ale întreprinderilor și centralelor — în care participă un număr mare de ingineri — trebuie să stabilească măsurile necesare în vederea perfecționării întregii activități de organizare și conducere a procesului de producție în unitățile respective.

Este, de asemenea, necesar ca inginerii să acorde o mai mare atenție realizării programului de ridicare a nivelului de cunoștințe tehnice și profesionale al tuturor muncitorilor. Avem pentru aceasta toate condițiile și doresc să-mi exprim convingerea că și în acest domeniu cadrele noastre inginerești vor depune o activitate mai susținută. Desigur, va trebui mai multă preocupare și pentru ridicarea nivelului propriu de cunoștințe al inginerilor și tehnicienilor, pentru perfecționarea continuă a pregătirii lor profesionale.

Trebuie să avem în vedere că însuși în învățămîntul nostru se impun unele perfecționări. S-au luat un șir de măsuri, se acționează pentru o legare mai strînsă a învățămîntului cu producția, cu cercetarea, dar nu se poate să nu se aibă în vedere că un inginer trebuie să cunoască bine și tehnologia, și utilajele, și aparatura de automatizare și control ce se folosește și se va folosi mîine în întreprinderi.

Întreaga organizare a învățămîntului nostru trebuie să țină seama de cerințele producției. Nu poți să fii, spre exemplu, un bun inginer chimist dacă nu cunoști tehnologia, aparatura cu ajutorul căreia funcționează uzinele moderne. Nu este pentru nimeni un secret că în chimie avem încă greutăți în asigurarea funcționării întreprinderilor și complexelor moderne. Este necesar de aceea să trecem la un program unificat de pregătire a inginerilor chimiști, să lăsăm la o parte conservatorismul și să aplicăm practica universală. Să pregătim chimiști moderni, așa cum cere astăzi producția! De aceasta avem nevoie! (Aplauze puternice, prelungite). Este, desigur necesar să discutăm, să ne consultăm; dar dacă discuțiile și consultările se transformă într-o piedică în dezvoltarea activității noastre, trebuie să le punem capăt! Discuțiile fără sfîrșit n-au nimic comun cu consultarea și cu democrația! Dimpotrivă, constituie o anarhie și anarhia trebuie lichidată cu hotărîre! Discuțiile presupun finalitate, hotăriri și acțiune. Orice tărăgănare înseamnă, de fapt, o piedică în calea dezvoltării țării — și trebuie să înlăturăm aceste piedici. (Aplauze puternice, prelungite).

M-am referit, tovarăși, la cîteva aspecte principale ale activității noastre în economie, considerînd că această conferință trebuie să contribuie la realizarea unei cotituri — dacă se poate spune astfel — în felul de a gîndi și de a acționa al intelectualității noastre tehnice, al inginerilor, tehnicienilor, al celorlalți specialiști. Numai în acest fel vom putea asigura realizarea cu succes a marilor sarcini pe care le-am stabilit pentru dezvoltarea țării noastre.

Vom sărbători, la sfîrșitul acestui an, 25 de ani de la proclamarea republicii — eveniment istoric, care marchează trecerea la edificarea socialismului în țara noastră. Sîntem în al doilea an al planului cincinal care se realizează cu succes. Trebuie să spun că anul acesta și anul 1973 — dar în mare măsură acest an — sînt hotărîtori pentru îndeplinirea prevederilor cincinalului. Anul acesta trebuie să intre în producție un mare număr de întreprinderi și, totodată, să fie realizate proiectele și documentațiile necesare pentru investițiile întregului cincinal, pentru toate capacitățile de producție ce trebuie date în funcțiune în acești ani. Iată de ce este necesar să luăm toate măsurile pentru a asigura înfăptuirea cu succes a prevederilor planului pe 1972, să întîmpinăm a 25-a aniversare a republicii cu rezultate deosebite în toate domeniile de activitate. Ar trebui ca întreaga întrecere, întreaga activitate să se desfășoare sub semnul sărbătoririi acestui eveniment, care a deschis drumul socialismului, bunăstării și fericirii poporului nostru. (Aplauze prelungite, puternice).

Stimați tovarăși,

Realitățile complexe ale lumii contemporane, ale revoluției tehnico-științifice mondiale accentuează tot mai mult interdependența dintre popoare pe planul economiei, științei și tehnicii, necesitatea participării tot mai active a fiecărei țări la diviziunea internațională a muncii.

Aceasta impune să luăm măsuri, în primul rînd, pentru o bună specializare în producția internă a țării noastre. N-aș dori să fac iar critici, dar producem chiar la construcții de mașini, în cîteva locuri, același fel de piese de mașini. Ce fel de specializare este aceasta? Ce fel de producție de serie se poate numi? Ce fel de productivitate se poate obține? Producem în întreprinderile Ministerului Industriei Construcțiilor de Mașini și ale altor ministere piese și mașini similare. Dorese să apreciez aici că sînt ministere care obțin rezultate bune. Aș remarca Ministerul Industriei Ușoare, care își produce aproape 90 la sută, din mașinile și piesele necesare, unele de calitate foarte bună. Acesta este un lucru bun; nu acest lucru îl critic. Dimpotrivă, trebuie să facem ca toate ministerele să-și rezolve singure o parte însemnată din nevoile proprii de mașini și utilaje. Dar trebuie să realizăm și aici o specializare; dacă se creează o anumită mașină la industria ușoară, la chimie sau la un alt minister, atunci trebuie să le ajutăm să se specializeze în producerea acestora. Trebuie să realizăm, în primul rînd la noi în țară, o bună specializare și cooperare în producție. Aceasta este o problemă esențială pentru folosirea corespunzătoare a mijloacelor și cadrelor de care dispunem.

Totodată, trebuie să participăm activ la cooperarea internațională. O atenție deosebită trebuie să acordăm intensificării cooperării tehnico-științifice cu țările membre ale C.A.E.R, în spiritul programului complex adoptat la consfătuirea de la București, precum și cu toate țările socialiste. Această cooperare trebuie să devină foarte largă, să asigure un progres rapid țării noastre. Desigur, România, ca țară socialistă în curs de dezvoltare, trebuie să extindă cooperarea cu țările socialiste mai dezvoltate pentru a-și asigura un progres mai rapid pe calea dezvoltării industriei, a întregii economii. Această cooperare, în general, trebuie să asigure progresul tehnico-științific rapid al fiecărei economii naționale și egalizarea nivelurilor de dezvoltare a forțelor de producție din toate țările socialiste. Pînă la urmă se poate vorbi de o dezvoltare a colaborării pe bază de egalitate și de crearea unor condiții generale de viață demne de a se numi socialiste numai asigurîndu-se realmente un nivel egal al venitului național și al consumului țărilor socialiste. Aceasta nu înseamnă că trebuie să producem fiecare totul, ci, dimpotrivă, să mergem pe calea specializării, a producției mari. Vom ajunge astfel să grăbim dezvoltarea rapidă a fiecărei țări socialiste. Așa concepem noi și așa acționăm pentru a contribui la realizarea acestui program complex de cooperare și în C.A.E.R., și cu toate celelalte țări socialiste. (Aplauze puternice).

Fiind țară în curs de dezvoltare, este de înțeles că România promovează pe scară largă conlucrarea și întrajutorarea strînsă cu celelalte țări în curs de dezvoltare, astfel ca, împreună, să asigurăm reducerea și lichidarea decalajului care ne desparte de țările avansate, să înfăptuim progresul, bunăstarea și fericirea fiecărui popor. Așa cum a reieșit și în cursul vizitei recente pe care am făcut-o în opt țări africane, există largi posibilități pentru amplificarea și diversificarea cooperării cu aceste țări. Țara noastră dispune de anumite condiții pentru a înfăptui o colaborare tehnică, în formarea de cadre, în dezvoltarea unor ramuri de producție avansate, contribuind la o valorificare mai bună a potențialului economic al popoarelor respective, la dezvoltarea economiei lor independente. Poporul român cunoaște din proprie experiență, din îndelungata sa istorie că o națiune își poate asigura independența reală numai în măsura în care reușește să pună bazele unei economii puternice, moderne, care să-i permită să colaboreze în deplină egalitate cu celelalte țări și popoare, să-i asigure un nvel de viață tot mai ridicat. (Aplauze puternice).

Aşa cum am mai spus şi în alte rînduri, acţionînd neabătut pentru construirea cu succes a noii orînduiri sociale pe pămîntul României, îndeplinindu-ne îndatoririle fundamentale faţă de poporul român, facem, de asemenea, totul pentru a ne achita cu cinste de sarcinile internaţionale ce ne revin în calitate de ţară socialistă, de detaşament activ al forţelor progresiste, democratice, antiimperialiste. România consideră de datoria sa să participe cu energie şi înalt spirit de răspundere la viaţa internaţională, să nu precupeţească nimic pentru a-şi aduce contribuţia la înfăptuirea aspiraţiilor popoarelor de libertate, progres social şi independenţă naţională, la promovarea unor relaţii noi, de respect al independenţei şi suveranităţii naţionale, de deplină egalitate în drepturi între toate naţiunile, de abolire a politicii imperialiste de dominaţie şi agresiune, de amestec în treburile altor state, împotriva folosirii sau ameninţării cu forţa în relaţiile internaţionale. Ne pronunţăm cu hotărîre împotriva colonialismului, neocolonialismului, a politicii de discriminare rasială, a oricăror forme de subjugare şi asuprire a altor popoare, de ingerinţe în treburile lor interne. Militäm pentru respectarea fermă în relaţiile dintre toate ţările a principiilor dreptului internaţional, pentru promovarea coexistenţei paşnice între state cu orînduiri sociale diferite, pentru dezvoltarea largă a colaborării rodnice între toate popoarele, pentru destindere şi pace în lume.

Considerăm că interesele supreme ale popoarelor, cauza progresului şi civilizaţiei umane dictează ca statele să se întreacă între ele nu pe planul înarmărilor, al producerii mijloacelor de distrugere, ci în dezvoltarea ştiinţei şi tehnicii, în aplicarea cuceririlor cunoaşterii umane în slujba bunăstării şi fericirii omului, în slujba vieţii, a păcii. (Aplauze puternice, prelungite).

Schimbările care au avut loc pe plan internaţional, procesul de accentuare al acestor schimbări evidenţiază cu putere faptul că în lumea de azi creşte rolul fiecărui stat în viaţa internaţională. Soluţionarea marilor probleme ale vieţii contemporane nu se poate face decît cu participarea egală a tuturor statelor lumii, indiferent de mărimea lor. De aceea este necesar să se asigure dezvoltarea activităţii Organizaţiei Naţiunilor Unite şi a altor organizaţii internaţionale, să se creeze condiţii ca toate statele să poată participa cu drepturi egale la activitatea acestor organisme, să se poată găsi soluţii corespunzătoare care să ţină seama de interesele tuturor naţiunilor, de interesele progresului social şi păcii în lume. (Aplauze puternice).

În spiritul acestor principii a acţionat şi îşi orientează în continuare activitatea internaţională România, considerînd că în acest fel ea îşi îndeplineşte îndatoririle faţă de naţiunea noastră socialistă, faţă de toate forţele care se pronunţă pentru progres social, faţă de toate popoarele lumii, cu care dorim să colaborăm, militînd împreună pentru bunăstarea fiecăruia, pentru progresul general al omenirii. (Aplauze puternice, prelungite).

Dragi tovarăşi,

Programul de dezvoltare a României pune în faţa inginerilor şi tehnicienilor din ţara noastră sarcini însufleţitoare, măreţe. Sînt create toate condiţiile ca fiecare inginer, fiecare om al muncii, fiecare cetăţean al patriei noastre să-şi poată pune pe deplin în valoare cunoştinţele, priceperea, talentul, patriotismul, dragostea de popor, devotamentul faţă de socialism, în slujba progresului patriei. (Aplauze puternice, îndelungate).

Sînt convins — şi exprim şi convingerea conducerii noastre de partid şi de stat — că intelectualitatea tehnică din România, în strînsă unitate şi colaborare cu clasa muncitoare, cu întregul popor, va face totul pentru a da viaţă prevederilor programului de dezvoltare a patriei noastre — program ce corespunde pe deplin intereselor vitale ale întregului popor, făuririi societăţii socialiste multilateral dezvoltate, creării condiţiilor pentru victoria comunismului pe pămîntul României. (Aplauze puternice, prelungite).

Urez deplin succes lucrărilor conferinţei dumneavoastră. Vă urez tuturor, întregii intelectualităţi tehnice, inginerilor, tehnicienilor, celorlalţi specialişti, noi şi mari succese în munca închinată poporului, înfloririi Republicii Socialiste România. (Aplauze puternice, urale).

Multă sănătate şi multă fericire! (Aplauze puternice, prelungite. Se ovaţionează îndelung pentru Partidul Comunist Român, pentru Comitetul său Central, pentru secretarul general al partidului, tovarăşul NICOLAE CEAUŞESCU).

CUVÎNTUL TOVARĂŞULUI VIRGIL TROFIN

Tovarăşul **Virgil Trofin** a subliniat că marile realizări ale construcţiei socialismului poartă în ele o parte din talentul, concepţia şi strădaniile inginerilor şi tehnicienilor care şi-au închinat activitatea măreţelor ţeluri ale construirii noii societăţi, înfloririi continue a patriei noastre socialiste.

Intelectualitatea tehnică — a spus vorbitorul — este chemată să-şi consacre în continuare întreaga activitate înfăptuirii vastului program elaborat de cel de-al X-lea Congres al partidului, îndeplinirii sarcinilor reieşite din hotărîrile Comitetului Central al Partidului Comunist Român, din ampla cuvîntare rostită la conferinţa dumneavoastră de către secretarul general al partidului, tovarăşul NICOLAE CEAUŞESCU.

Vorbitorul a menţionat apoi sarcinile ce revin inginerilor, tehnicienilor, economiştilor şi celorlalţi specialişti, împreună cu clasa muncitoare, ţărănimea, cu toţi oamenii muncii la realizarea programului privind dezvoltarea, într-un ritm susţinut, a industriei şi a agriculturii. El a subliniat că intelectualitatea tehnică trebuie să considere ca o îndatorire patriotică, de înaltă responsabilitate, sarcina de a milita neabătut pentru însuşirea cuceririlor ştiinţei şi tehnicii contemporane, introducerea lor în producţie, dezvoltarea rolului ştiinţei şi tehnicii româneşti, ridicarea pe un plan calitativ superior a mişcării inventatorilor şi inovatorilor. În acest context, vorbitorul a subliniat necesitatea de a se asigura o şi mai strînsă conlucrare între ingineri, tehnicieni şi muncitori fruntaşi în producţie, de a combate cu toată hotărîrea orice manifestare de birocratism, precum şi tendinţa de tărăgănare a extinderii şi aplicării acestor inovaţii în producţie.

În continuare, tovarăşul **Virgil Trofin** a vorbit despre necesitatea sprijinirii comitetelor oamenilor muncii pentru buna desfăşurare a acţiunii de perfecţionare a pregătirii profesionale a tuturor cadrelor, a muncitorilor, îndeosebi a tineretului, a tehnicienilor şi maiştrilor, care au un rol deosebit în organizarea şi conducerea producţiei.

Un domeniu important — a spus vorbitorul — în care trebuie să se manifeste din plin capacitatea cadrelor tehnice este organizarea pe baze ştiinţifice a producţiei şi a muncii.

Printre altele, el a cerut să se acorde o deosebită atenţie aprovizionării ritmice a tuturor secţiilor, lichidării muncii în asalt la sfîrşit de decadă, care atrage după sine şi calitate slabă, ore suplimentare şi, în unele întreprinderi, lucru în zile de sărbătoare. Trebuie să ţinem seama — a spus el — de opinia muncitorilor care de nenumărate ori au criticat aceste neajunsuri, demonstrînd practic că prin rezolvarea acestor probleme care cad îndeosebi în competenţa cadrelor de conducere, a inginerilor, tehnicienilor şi maiştrilor, planul de producţie poate fi realizat şi depăşit, atît cantitativ cît şi calitativ.

O deosebită atenție va trebui să acorde sindicatele, comisiile inginerilor și tehnicienilor îmbunătățirii muncii politice, ideologice în rîndul intelectualității tehnice pentru dezvoltarea unei atitudini înainte față de muncă, pentru promovarea cu consecvență a principiilor eticii socialiste. Trebuie să combatem cu toată hotărîrea superficialitatea, rutina, conservatorismul, să dezvoltăm răspunderea profesională, pasiunea, hotărîrea de a dărui întreaga pregătire și capacitatea dezvoltării economice și sociale a patriei.

În continuare, vorbitorul a relevat că, împreună cu muncitorii, inginerii, tehnicienii, economiștii și ceilalți specialiști participă direct la conducerea întreprinderilor, a centralelor economice, a ministerelor, sînt consultați și iau parte activă la rezolvarea tuturor problemelor majore care privesc dezvoltarea economică și socială a țării. Aceasta exprimă legăturile indisolubile între intelectualitatea tehnică și clasa muncitoare, hotărîrea lor nezdruncinată de a înfăptui neabătut politica Partidului Comunist Român. Este deosebit de important ca, pe baza statutului care se va adopta, atît sindicatele, cît și Consiliul Național al Inginerilor și Tehnicienilor, să-și îmbunătățească permanent munca cu masa largă a intelectualității tehnice. Trebuie să arătăm că, cu toate rezultatele pozitive obținute, în activitatea sindicatelor cu inginerii și tehnicienii se mai manifestă încă neajunsuri. Sindicatele trebuie să îndrume, să ajute și să creeze toate condițiile pentru ca inginerii, tehnicienii, economiștii și ceilalți specialiști să ia parte activă la întreaga activitate a sindicatelor, împreună cu toți ceilalți oameni ai muncii la rezolvarea tuturor problemelor economice și sociale din unități, la buna organizare a întrecerii pentru îndeplinirea și depășirea planului de stat. În același timp, este necesar ca și Consiliul Național al Inginerilor și Tehnicienilor să-și îmbunătățească activitatea, să lichideze formalismul și metodele de paradă, lipsite de eficiență și rezultate concrete.

În încheiere, tovarășul **Virgil Trofin** a spus: Este de datoria noastră, a sindicatelor, ca sub conducerea organizațiilor de partid, să asigurăm mobilizarea, în primul rînd, a clasei muncitoare, a tuturor oamenilor muncii la o muncă perseverentă și hotărîtă pentru înfăptuirea sarcinilor stabilite de conducerea partidului, întîmpinînd Conferința Națională a partidului și cea de-a 25-a aniversare a proclamării republicii cu noi succese în realizarea și depășirea sarcinilor planului de stat pe acest an, pentru înfăptuirea hotărîrilor adoptate de Congresul al X-lea al Partidului Comunist Român.

SCRISOAREA CONFERINȚEI PE ȚARĂ A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR ADRESATĂ

Comitetului Central al Partidului Comunist Român Tovarășului Nicolae Ceaușescu

Conferința pe țară a inginerilor și tehnicienilor, ale cărei lucrări s-au desfășurat în zilele de 19—21 mai a.c., exprimă adeziunea totală și atașamentul nețărmurit al puternicului detașament al intelectualității tehnice din România față de politica științifică, marxist-leninistă a partidului și se angajează solemn în fața Comitetului Central, a dumneavoastră, stimate tovarășe NICOLAE CEAUȘESCU, de a-și consacra întreaga energie și capacitate creatoare înfăptuirii grandiosului program adoptat de Congresul al X-lea al Partidului Comunist Român, de făurire a societății socialiste multilateral dezvoltate în patria noastră.

Intelectualitatea tehnică împreună cu clasa muncitoare, clasa conducătoare în societatea noastră, cu toți oamenii muncii a adus o contribuție importantă la rezolvarea problemelor complexe puse de dezvoltarea și modernizarea economiei naționale, la înfăptuirea programului general de edificare a socialismului în România.

Reunind reprezentanți ai intelectualității tehnice din toate ramurile economiei naționale, români, maghiari, germani și de alte naționalități, conferința a analizat într-un spirit de exigență și de mare răspundere sarcinile ce revin inginerilor, tehnicienilor, economiștilor și altor specialiști, în lumina programului stabilit de cel de-al X-lea Congres al Partidului, de hotărîrile Comitetului Central al Partidului Comunist Român și a sarcinilor reieșite din expunerea făcută de dumneavoastră.

Conferința a adoptat o rezoluție prin care întreaga intelectualitate tehnică se angajează cu fermitate de a-și înzeci eforturile pentru valorificarea superioară a tuturor resurselor materiale și umane ale societății, pentru folosirea rațională a capacităților de producție și a forței de muncă, reducerea consumurilor de materii prime și materiale, îmbunătățirea organizării și conducerii producției, creșterea productivității muncii, ridicarea calității producției, a rentabilității întregii activități economice, punerea în funcțiune la timp și la parametrii proiectați a noilor obiective economice. Intelectualitatea tehnică va milita neobosit pentru ridicarea continuă a nivelului de pregătire profesională și de cultură științifică și tehnică a tuturor oamenilor muncii, pentru introducerea permanentă și operativă în producție a unor tehnologii moderne, pentru creșterea substanțială a ponderii produselor cu un grad de prelucrare superioară, în scopul reducerii decalajului față de țările dezvoltate industrial.

Conferința își exprimă convingerea că ministerele, institutele de cercetări și proiectări, toate instituțiile interesate, vor examina cu răspundere problemele ridicate în cadrul dezbaterilor conferinței noastre, propunerile făcute de participanți și, în spiritul indicațiilor conducerii partidului, cu participarea activă a specialiștilor, vor găsi cele mai raționale soluții pentru rezolvarea acestora.

Desfășurarea activității obștești a inginerilor și tehnicienilor, în cadrul și sub îndrumarea sindicatelor, așa cum prevede Statutul Consiliului Național al Inginerilor și Tehnicienilor adoptat de conferință, asigură condițiile cele mai propice pentru o participare activă a fiecărui cadru tehnic la înfăptuirea sarcinilor actuale puse de partid în domeniul economic, științific, social și cultural.

Asigurăm Comitetul Central al Partidului Comunist Român pe dumneavoastră, mult stimate tovarășe NICOLAE CEAUȘESCU, că intelectualitatea tehnică din țara noastră, însuflețită de ideile socialismului și de dragoste nețărmurită față de partid și popor, este hotărîtă să întîmpine Conferința Națională a Partidului Comunist Român și cea de-a 25-a aniversare a proclamării Republicii Populare Române, cu noi și importante realizări, să participe și mai activ la progresul tehnic și științific al economiei noastre socialiste, la înfăptuirea politicii interne și externe a Partidului Comunist Român, pentru ridicarea și înflorirea continuă a patriei — Republica Socialistă România.

CONFERINȚA PE ȚARĂ
A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR
DIN REPUBLICA SOCIALISTĂ ROMÂNIA

Posibilităţi de subdivizare pe criterii mineralogice a depozitelor miocene de molasă dintre Argeş şi Topolog

L. Turculeţ

Datorită caracterului de molasă şi faciesului neritic-litoral sub care se prezintă, depozitele miocene dintre Argeş şi Topolog sînt mai greu de orizontat. Dificultatea se datoreşte şi faptului că elementele paleontologice nu sînt concludente, formele micropaleontologice fiind în majoritate remaniate, iar macrofauna lipsind cu desăvîrşire. Din aceste motive, limitele dintre subdiviziunile stratigrafice au variat de la autor la autor, iar criteriile de subdivizare au fost de multe ori subiective. Majoritatea geologilor care s-au ocupat de studiul acestor depozite le-au atribuit o vîrstă cuprinsă între acvitanian şi sarmaţian inclusiv. La baza acestor separaţii au stat fie criteriile stratigrafice de superpoziţie, fie faciesurile litologice combinate cu cele paleontologice sau simpla comparaţie cu alte zone a căror vîrstă este mai bine stabilită.

Fără a neglija aceste criterii, în acest articol se adaugă o altă metodă de subdivizare, bazată pe studiul mineralogic conţinut în sedimente. Evaluarea procentuală a acestora, pentru fiecare formaţiune în parte, arată o diferenţiere sensibilă care poate constitui un criteriu obiectiv de subdivizare. În acest sens s-au colectat probe continue din toate formaţiunile cercetate, făcîndu-se în final medierea valorilor procentajului mineralogic obţinut.

Scurt istoric asupra cunoaşterii miocenului din zonă

Primele informaţii geologice despre existenţa miocenului în zona la care ne referim se datoresc lui Sabba Ştefănescu (1884, 1896), Grigore Ştefănescu (1885), I. Simionescu (1906), I. P. Voiteşti (1909).

În „saliferul" separat de autori se identifică depozite acvitaniene şi helveţiene.

Studiile geologice mai detaliate apărute după 1949 aduc date mai complete asupra miocenului în care sînt citate depozite de vîrstă acvitaniană, burdigaliană, helveţiană şi, mai rar, tortoniană sau sarmaţiană. Din această etapă se amintesc lucrările lui V. Dragoş (1950, 1952, 1958), L. Turculeţ (1954, 1970), F. Olteanu, M. Popescu, T. Iorgulescu (1958), I. Nedelcu şi Elena Mateescu (1963), C. Motaş (1968).

Din cercetările întreprinse în ultimii ani (1967—1971), s-a ajuns la concluzia că acvitanianul aparţine ciclului de sedimentare paleogen şi că miocenului nu i-ar aparţine decît depozitele atribuite burdigalianului şi helveţianului, care au un caracter de molasă şi sînt în continuitate de sedimentare.

Aria de răspîndire a miocenului

Aşa cum au fost delimitate de autor, depozitele miocene dintre Argeş şi Topolog ocupă o fişie cartografică destul de întinsă, de circa 8 km, orientată E-V (fig. 1). Ea este cuprinsă în perimetrul dintre localităţile Corbeni-Dobrotu, pe valea Argeşului şi Sălătrucul de Jos şi Bîrseştii de Jos, pe valea Topologului.

Grosimea sedimentelor miocene a fost aproximată la circa 2 700 m. Stratigrafic, ele sînt cuprinse între dpozitele chatian-acvitaniene la nord şi depozitele meoţiene la sud.

După constituţia litologică şi mineralogică, în cadrul sedimentelor miocene se identifică numai burdigalianul şi helveţianul, termenii stratigrafici superiori lipsind în această zonă.

Studiul litologic şi mineralogic procentual

Burdigalianul (± 700 m)

Stratigrafic, burdigalianul se identifică printr-o succesiune litologică de conglomerate, pietrişuri, gresii şi argile care se dispun transgresiv şi discordant peste gresiile gipsifere acvitaniene. Limita superioară cu helveţianul o formează zona de dispariţie a conglomeratelor masive şi trecerea spre pietrişuri şi gresii în alternanţă cu marne.

Urmărind histograma şi curba cumulativă a acestor depozite (fig. 2), se vede că elementul litologic predominant îl constituie conglomeratele, într-un procent de circa 65%. În ordine descrescîndă, urmează pietrişurile — circa 22%, gresiile 9%, argilele 8% şi nisipurile grosiere circa 6%.

Prin faptul că această litologie este haotică, o orizontare a burdigalianului nu poate fi decît convenţională şi fără valoare stratigrafică.

Din analiza mineralogică a acestor depozite rezultă că, pentru întreaga succesiune, conținutul mineralogic poate fi evaluat procentual pe elemente (fig. 3).

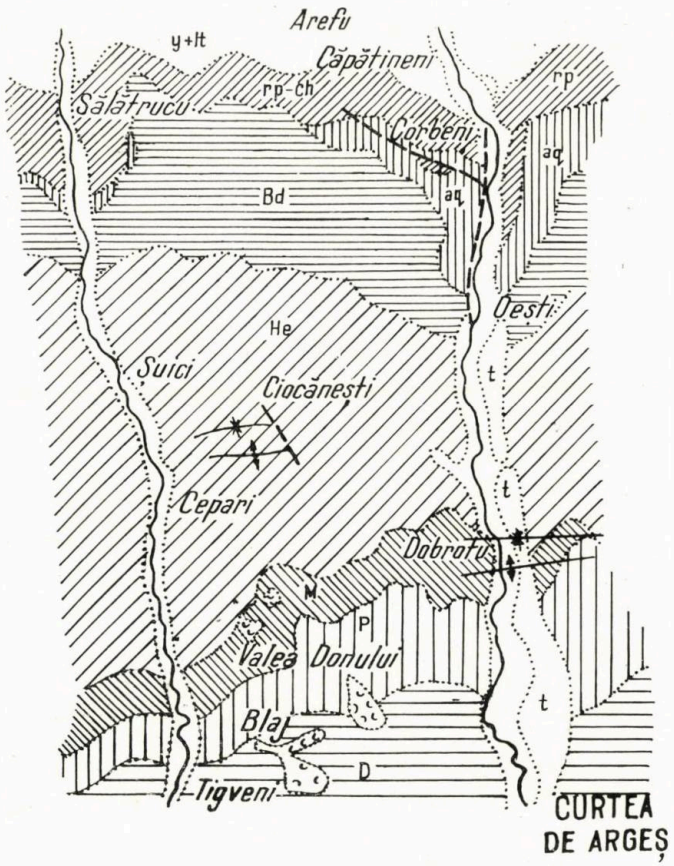
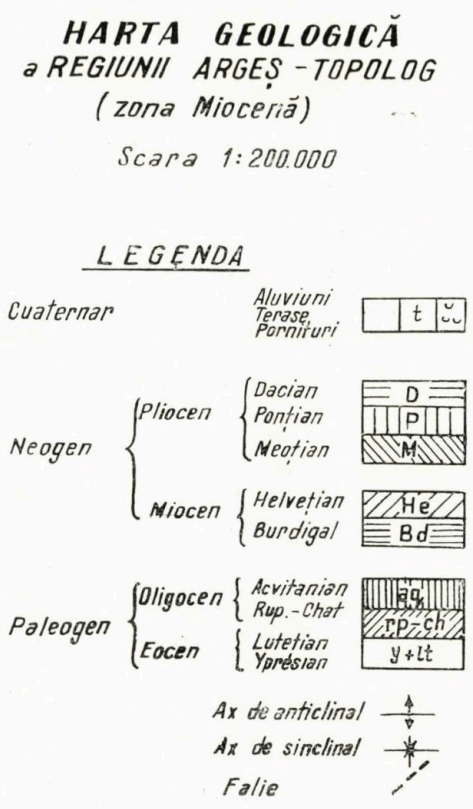


Fig. 1.



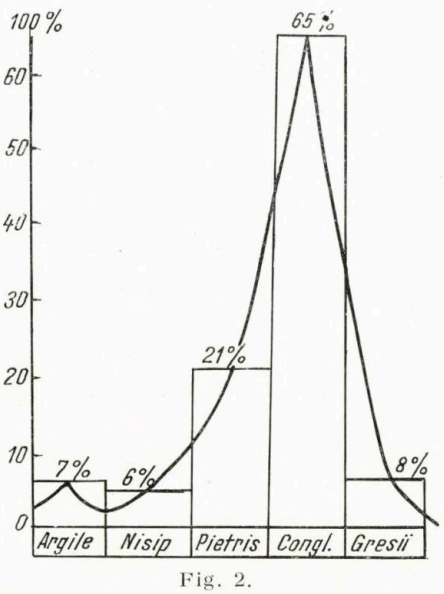


Fig. 2.

Mineralul cel mai frecvent întîlnit în psefitele și pelitele burdigaliene este granatul. Acesta se găsește într-un procent de peste 50%. Mai puțin frecvent se întîlnesc mineralele din grupa micelor, ca biotitul și muscovitul. Acestea nu depășesc 12%.

Într-un procent și mai scăzut, sub 10%, se întîlnesc : cloritul (8%), hornblenda (6%), staurolitul și epidotul (4%), zirconul și sericitul (2%).

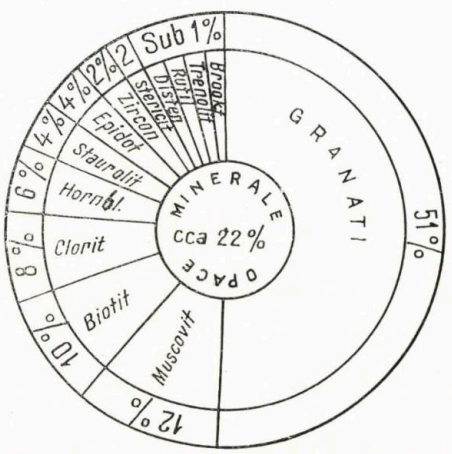


Fig. 3.

Ca minerale rare, cu o pondere sub 1%, se identifică : distenul, rutilul, tremolitul, brookitul.

Din această asociere de minerale se observă că mineralele opace se găsesc în proporție de 22%.

Helveţianul (+ 1 500 *m*)

Cel de-al doilea termen stratigrafic al miocenului identificat în depozitele de molasă este helveţianul.

Alcătuit din pietrişuri, conglomerate cu elemente mărunte, marne, nisipuri şi gresii dispuse stratiform, se găseşte în continuitate de sedimentare cu burdigalianul.

După aspectul litologic se pot diferenţia în mod convenţional două complexe :

— un complex roşcat în bază, în care predomină pietrişurile şi conglomeratele cu ciment argilos roşcat şi marne ;

— un complex cenuşiu la partea superioară, unde predomină marnele şi argilele stratificate cu intercalaţii de nisipuri fine şi grosiere.

O evaluare litologică procentuală pentru întreaga succesiune poate fi exprimată astfel (fig. 4) : nisipuri 54% ; marne 28% ; pietrişuri şi conglomerate 12% ; gresii 8% ; argile 4%.

Studiul mineralogic efectuat asupra celor două complexe, pun în evidenţă o diferenţiere a distribuţiei mineralelor conţinute. În timp ce în complexul roşcat elementele mineralogice predominante sînt granatul (46%), epidotul (20%) şi horblenda (12%), în complexul cenuşiu abundă hornblenda comună (40%), urmată de granaţi (30%) şi epidot (20%). Mineralele opace se găsesc şi ele în proporţii diferite : 36% în complexul roşcat şi numai 26% în complexul cenuşiu.

Mediind valorile obţinute pentru întreaga succesiune a helveţianului, conţinutul mineralogic poate fi exprimat astfel (fig. 5) : granaţi 3,8% ; hornblendă comună 26% ; epidot 25%.

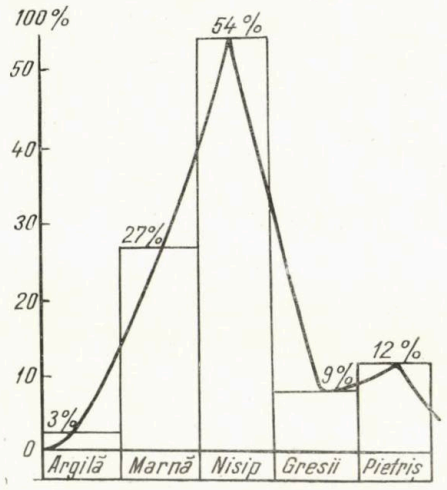


Fig. 4.

Într-un procentaj mult mai scăzut (sub 5%) se întîlnesc muscovitul, staurolitul şi distenul, iar ca elemente mineralogice rare, cloritul, zirconul, titanul şi rutilul reprezintă un procent infim, sub 1%.

Referindu-ne la mineralele opace conţinute, acestea sînt evaluate la circa 31%.

Comparativ cu formaţiunile mai vechi, se constată că procentajul mineralelor opace creşte în formaţiunile mai noi.

Concluzii

Din studiile mineralogice efectuate asupra depozitelor miocene dintre Argeş şi Topolog rezultă că şi pe baza conţinutului în minerale grele se pot face separaţii stratigrafice.

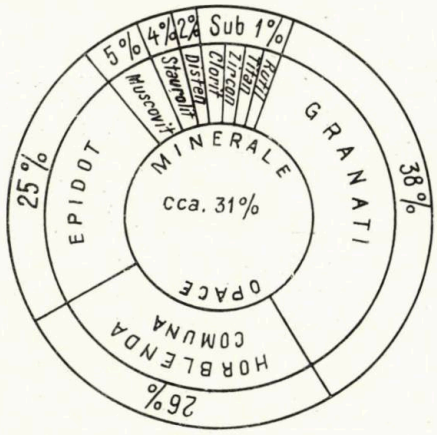


Fig. 5.

Acestea, pe lîngă alte metode şi împreună cu ele, pot oferi un grad mai mare de certitudine în trasarea limitelor de formaţiuni. Valorile procentuale diferenţiate demonstrează acest lucru şi duc totodată la ideea condiţiilor de geneză a acestor sedimente. Predominanţa elementelor cristaline în compoziţia litologică a miocenului explică în suficientă măsură sursa mineralogică a acestor depozite. Dispoziţia haotică a conglomeratelor poligene şi a pietrişurilor rulate arată acţiunea intensă a factorilor endogeni şi exogeni, care s-au manifestat din plin în perioada miocenă.

Sub acţiunea acestor factori, elementele mineralogice au fost dezintegrate, transportate şi redistribuite.

Prezenţa granaţilor în ambele subdiviziuni miocene arată entitatea ciclului de sedimentare şi posibilităţile de separare de cel paleogen sau pliocen.

Din variaţiile sensibile ale conţinutului mineralogic procentual se desprinde continuitatea de sedimentare dintre burdigalian şi helveţian.

BIBLIOGRAFIE

1. Ştefănescu, S. Memoriu relativ la geologia judeţului Argeş. An. bir. geol. 1883—1884, nr. 2 Bucureşti, 1884.
2. Voiteşti, I. P. Contribuţiuni la studiul geologic şi paleontologic al regiunii Muscelelor, dintre rîurile Dîmboviţa şi Olt. An. Inst. Geol. al Rom. III — Bucureşti, 1908.
3. Dragoş, V. Raport geologic asupra cercetărilor executate în valea Argeşului în vederea amenajării hidroelec. Inst. Geol. al Acad. R.P.R., 1952.
4. Turculeţ, L. Cartare geologică între rîurile Topolog şi Argeş (reg. Sălătruc-C. de Argeş). Rap. geol. Arh. M.P.C.G. Bucureşti, 1954.
5. Nedelcu, I. şi Mateescu, E. Cercetări geologice în zona muscelelor cuprinsă între valea Vîlsanului şi valea Oltului. Dări de S. Com. Geol. LI/I, 1963.
6. Turculeţ, L. Stratigrafia depozitelor Mio-Pliocene dintre Topolog şi Argeş. Teză de doctorat, 1971.

Perspectivele aplicării metodelor noi de foraj

Gorun Manolescu

Pentru a nu interveni confuzii pe parcursul lucrării, este necesară, de la început, introducerea unor definiţii şi precizări.

Se definesc, în sensul utilizat în lucrarea de faţă, drept „metode noi de foraj", acele metode care urmăresc — pe de o parte — înlocuirea sistemului rotativ de foraj prin alte sisteme principial diferite — iar pe de alta — înlocuirea principiilor, a metodelor şi a sculelor clasice de dislocare a rocilor*.

Pentru clasificarea metodelor noi de foraj, se vor urma criteriile lui M a u r e r [1], care s-a ghidat după mecanismul de dislocare a rocilor.

Maurer propune patru mecanisme : tensiuni provocate prin eforturi mecanice, tensiuni provocate prin eforturi termice, topirea şi vaporizarea rocilor, reacţii chimice.

Considerînd că, în general, metodele noi de foraj sînt cunoscute din literatura de specialitate [1—5], în lucrare se va insista în mod deosebit asupra analizei critice a acestora, precum şi asupra şanselor de aplicabilitate. Pentru analiza propusă a fost necesară introducerea unor criterii comparative de evaluare.

În finalul lucrării s-a considerat necesar să se analizeze perspectivele aplicării metodelor noi de foraj în Republica Socialistă România.

Dezvoltarea metodelor clasice de foraj poate fi împărţită în patru perioade distincte : perioada de concepţie (1900—1920), perioada de dezvoltare (1920—1948), perioada ştiinţifică (1948—1968) şi perioada de automatizare care a început în 1968 [6].

Asupra ultimei perioade nu se pot face încă estimări prea strînse în ceea ce priveşte durata ei, însă se poate presupune că ea va fi scurtată de dezvoltarea din ce în ce mai accentuată a forajului marin, unde reducerea timpului de execuţie a unei găuri se impune în mod deosebit, avînd în vedere costurile pe oră extrem de ridicate.

În paralel, în ultima perioadă, continuă perfecţionarea sculelor şi a dispozitivelor de fund, precum şi a instalaţiilor de suprafaţă destinate forajului clasic.

S-ar putea aprecia că, odată cu încheierea celei de-a patra perioade, metodele clasice de foraj îşi vor atinge potenţialitatea maximă. Din acest punct de vedere apare firească tendinţa actuală, din ce în ce mai accentuată, de proliferare a unor metode noi de foraj, după cum, de asemenea, este firească creşterea intensităţii efortului de cercetare în această direcţie. Spre deosebire însă de o perioadă din trecutul destul de apropiat, în care — din lipsă de informaţii suficiente — se emiteau aprecieri oarecum fanteziste [7], astăzi se consideră că există suficiente date pentru o estimare mai realistă asupra posibilităţilor de aplicare a metodelor noi de foraj.

În faza actuală se poate afirma că, atît din punctul de vedere al performanţelor, cît şi din cel al costurilor, metodele noi de foraj nu au ajuns încă să poată concura forajul clasic. Unul dintre motivele principale îl constituie faptul că prin experimentarea metodelor noi s-a urmărit în primul rînd verificarea principiilor de funcţionare şi doar în foarte puţine cazuri, eficienţa acestor metode.

Cu toate limitările impuse de implicarea noastră în procesul actual de înoire a tehnicii forajului şi, în consecinţă, de lipsa de perspectivă a unei priviri retrospective, se poate remarca, în încheiere, că nu trebuie pierdută din vedere aprecierea posibilităţilor de aplicare practică a metodelor noi de foraj, atît în stadiul actual de dezvoltare a tehnicii, cît şi în perspectivă.

Analiza comparativă a diverselor metode de foraj

Pentru a se putea aprecia oportunitatea înlocuirii forajului clasic cu alte metode noi, se prezintă în anexă un tabel sinoptic comparativ. Din acest tabel a fost exclusă metoda cu penetrator continuu, care poate fi considerată de la început inaccesibilă, din cauza limitărilor severe impuse de mărimea forţei de compresiune ce trebuie realizate (circa 1—5 mil. kgf. pentru o gaură de 200 mm), precum şi de natura rocilor ce pot fi traversate prin această metodă (roci cu porozitate mare sau neconsolidate).

De asemenea, în tabelul sinoptic menţionat a fost inclusă numai turbina cu intrare axială a fluidului, multietajată, reactivă, care este net superioară turbinei monoetajate, cu intrare tangenţială a fluidului, propusă de Humble Oil and Refining Co. şi Cristensen Diamond Products şi care, de altfel, nici nu a dat rezultate în încercările efectuate cu ea în şan-

* Se poate observa că s-a extins sfera „metodelor noi", faţă de accepţiunea acestei noţiuni date de M a u r e r, incluzînd astfel în ea şi turbinele de foraj cu intrare axială a fluidului, multietajate, reactive, pe care Maurer le exclude din analiză.

tier. Din tabel mai lipseşte şi metoda de foraj bazată pe dislocare chimică care, aşa cum rezultă din datele avute la dispoziţie, este total neeconomică.

În tabela din anexă a fost introdus, printre altele şi criteriul „potenţialitatea convenţională", care se exprimă prin viteza de avansare obţinută cu diverse sisteme de foraj, în condiţii de adîncime şi de dislocare similare.

În conformitate cu Maurer [1], viteza de avansare poate fi exprimată prin :

$$V_a = eP_o/AE, \qquad (1)$$

în care :

V_a este viteza de avansare, in/min ;
e — randamentul transmiterii puterii de la scula de dislocare la talpă ;
P_o — puterea intrată la scula de dislocare ft — lb/min ;
A — secţiunea transversală a găurii, in² ;
E — energia specifică necesară pentru dislocarea rocilor ft — lb/in².

Ecuaţia lui Maurer poate fi aplicată în acele cazuri în care hidraulica forajului nu joacă un rol important, însă are dezavantajul de a neglija efectul hidraulicii acolo unde el are pondere mare (foraj rotary, foraj cu jet hidraulic, foraj cu turbină etc.).

Eckel [8] a stabilit o altă relaţie pentru calculul vitezei de avansare. În această relaţie este luată în considerare şi hidraulica forajului. Relaţia este însă greoaie şi, prin urmare, greu de manipulat.

Din combinarea relaţiilor lui Maurer şi Eckel, Rowely [4] ajunge la următoarea formă de exprimare a vitezei de avansare :

$$V_a = eP_o/EA\ (0{,}8\ Q\rho/d\mu)^{0{,}5}, \qquad (2)$$

unde, în afara notaţiilor cunoscute :

Q este debitul de lichid, gal/min ;
ρ — greutatea specifică a lichidului în circulaţie lb/gal ;
μ — viscozitatea lichidului în circulaţie, cP ;
d — diametrul duzei, in.

Se poate observa din relaţia (2) că termenul din paranteză, care exprimă influenţa hidraulicii forajului, este proporţional cu cifra Reinolds.

Relaţiilor lui Eckel şi Rowely li se poate aduce obiecţia că nu ţin seama de un alt parametru important, şi anume de influenţa greutăţii specifice a noroiului asupra vitezei de dislocare din punctul de vedere al presiunii hidrostatice pe talpa găurii de sondă (se ştie că viteza de avansare creşte aproximativ exponenţial cu scăderea presiunii hidrostatice la fundul sondei). Astfel, o relaţie care să cuprindă şi influenţa acestui factor ar trebui să fie de forma :

$$V_a = [eP_o/EA\ (KQ\rho/d\mu)^m]\rho^{-n} \qquad (3)$$

Avînd în vedere faptul că în calculele sale estimative Rowely pleacă însă de la prezumţia că, printre alţi factori, potenţialitatea convenţională a forajului rotativ va creşte în viitor datorită măririi cifrei Reynolds (care nu implică neapărat creşterea greutăţii specifice a lichidului de circulaţie), precum şi caracterul orientativ al acestor calcule, autorul consideră că cifrele date de Rowely, şi care au fost trecute în tabelul sinoptic din anexă, pot fi acceptate drept bază de discuţii.

De asemenea, pentru discuţia ce va urma, se propune introducerea unui nou indicator : „potenţialitatea maximă", exprimată prin adîncimea maximă la care se poate fora cu diversele sisteme, în condiţiile de dislocare cele mai defavorabile.

1. Potenţialitatea convenţională

Dintre primele şase metode cu potenţialitate convenţională ridicată, se poate observa că cinci se bazează pe un proces de dislocare mecanică.

Metodele numerotate de la 7 la 24 prezintă valori ale indicatorului luat în discuţie destul de modeste.

O primă concluzie care se poate desprinde este deci că, în faza actuală de dezvoltare a tehnicii, precum şi la nivelul datelor experimentale obţinute pînă în prezent, procesul de dislocare mecanică prezintă cele mai mari virtualităţi din punctul de vedere al vitezei de dislocare.

Analizînd rubricile 4 şi 5 din tabelul sinoptic se poate observa că există încă rezerve, în cadrul anumitor metode, de a creşte „potenţialitatea convenţională".

În ipoteza în care puterea transmisă la scula de dislocare creşte, există posibilitatea măririi „potenţialităţii convenţionale" în cazurile prezentate în tabela 1.

În restul cazurilor se poate aprecia că limitarea puterii transmise sculei de dislocare este legată de principiul metodei şi este greu de imaginat că randamentul va putea fi îmbunătăţit substanţial în aceste cazuri.

Prin creşterea randamentului puterii transferate tălpii, „potenţialitatea convenţională" poate fi ridicată în cazul metodelor prezentate în tabela 2.

Dintre primele şase metode menţionate ca dispunînd, în stadiul actual, de „potenţionalitate convenţională" ridicată, prin prisma rezervelor de creştere a acestui indicator relevate în tabelele 1 şi 2, prezintă importanţă următoarele : *foraj cu explozii, foraj rotary, foraj cu turbină cu turaţie lentă şi moment ridicat, foraj cu jet cu flacără.*

O ultimă concluzie care se poate trage — şi poate cea mai importantă — este că atît forajul clasic, rotary, cît şi cel cu turbina cu turaţie lentă şi moment ridicat (pentru care se prevede

TABELA 1

Nr. crt.	Metoda de foraj	Măsuri care pot duce la creşterea „potenţialităţii convenţionale" prin creşterea puterii transmise la scula de dislocare
1	Foraj cu explozii	Creşterea frecvenţei exploziilor
2	Foraj cu turbină turaţie lentă moment ridicat	Creşterea randamentului turbinei
3	Foraj cu flacără jet termic	Obţinerea unei arderi cît mai complete a combustibilului
4	Foraj cu alice	Mărirea transferului de putere hidraulică asupra alicelor
5	Foraj cu plasmă şi arc electric	Mărirea randamentului puterii transmise flăcării
6	Foraj cu microunde	Mărirea randamentului genetronului
7	Foraj cu inducţie	Reducerea pierderilor din bobina de inducţie

TABELA 2

Nr. crt.	Metoda de foraj	Măsuri care pot duce la creşterea „potenţialităţii convenţionale" prin creşterea randamentului puterii transmise tălpii
1	Foraj cu scîntei şi explozii	Reducerea pierderilor hidraulice datorită neutilizării integrale a undelor de suprapresiune
2	Foraj rotativ cu turbină cu turaţie lentă şi moment ridicat	Creşterea eficienţei sapelor
3	Foraj prin metode bazate pe energie termică	Reducerea pierderilor de energie termică prin convecţie, reflectare etc.

o extindere mare în viitor) prezintă încă rezerve din punctul de vedere al îmbunătăţirii performanţelor.

2. Analiza limitărilor impuse de soluţii constructive şi tehnologice

O primă categorie de metode care va fi analizată din acest punct de vedere este cea care cuprinde metodele bazate pe utilizarea energiei electrice : *dezintegrarea electrică, foraj cu plasmă, foraj cu arc electric, foraj cu curenţi de înaltă frecvenţă, foraj cu încălzitor electric, foraj cu laser, foraj cu fascicul de electroni, foraj cu microunde, foraj cu inducţie, foraj cu ulstrasunete.*

În toate aceste cazuri, problema principală care trebuie rezolvată, din punctul de vedere al aplicabilităţii practice, *este aceea a canalului de transmitere a energiei electrice la talpa sondei.* Trebuie arătat că pînă în prezent, cu excepţia metodei de foraj cu tuburi flexibile (flexo-forajul) care este încă în stadiu experimental, această problemă nu a fost rezolvată. Totuşi se poate aprecia că într-un viitor apropiat, prin introducerea flexo-forajului, există şanse suficiente de reuşită în această direcţie.

La dispozitivele care lucrează pe principiul arcului electric : *foraj cu scîntei, foraj cu arc electric, foraj cu plasmă,* apare problema consumului rapid al electrozilor, care duce la limitarea aplicării acestor metode în cazul sondelor adînci, din cauza avansării scăzute pe marş.

Altă categorie de dificultăţi este întîlnită la metodele care folosesc diferite lichide scumpe şi reactivi chimici în scopul răcirii, intensificării arderii sau al reacţiilor chimice : *jet cu flacără, foraj cu plasmă, cînd se lucrează prin topirea rocii, încălzitor electric, cînd se lucrează, de asemenea, prin topirea rocii, metode bazate pe procedee chimice de dislocare.* Apreciem că în toate aceste cazuri dificultăţile care există în prezent : costul ridicat al substanţelor chimice utilizate, precum şi complicaţiile care apar la manipularea unor cantităţi mari de substanţe, în majoritatea cazurilor puternic reactive, nu vor putea fi eliminate nici în viitor. De asemenea, în acest caz, nu se cunoaşte, în stadiul actual, eficienţa acestor metode în condiţii de presiune ridicată întîlnite în talpa sondei.

În privinţa *turbinelor de foraj,* o dezvoltare mare au căpătat-o în ultimul timp cercetările legate de obţinerea unor motoare hidraulice de fund cu turaţie lentă şi moment ridicat. Deficienţa principală a turbinelor vechi o constituie turaţia mare de regim (300—600 r.p.m.), care nu este adecvată regimului optim de turaţii al sapelor cu role (pînă la 300 r.p.m.), ceea ce duce la scurtarea timpului de menţinere a sapelor la talpă şi la reducerea metrajului realizat cu o sapă. O altă deficienţă a turbinelor vechi o constituie momentul disponibil redus obţinut la axul acestora, ceea ce are drept consecinţă limitarea apăsării pe scula de dislocare şi, prin urmare, diminuarea performanţelor.

În ultimul timp s-a reuşit să se obţină motoare hidraulice de fund cu turaţie joasă şi moment ridicat, pe de o parte prin modificări constructive aduse turbinelor vechi, iar pe de altă parte prin folosirea unor motoare de fund care diferă principial de turbinele clasice, bazîndu-se pe acţionare hidrostatică. Unele dintre aceste motoare de fund au fost introduse chiar în practica de şantier (motoare Dyna-Drill în S.U.A.), iar altele sînt în faza introducerii lor în practică (turbine lente în U.R.S.S. şi Franţa). Într-o serie de lucrări recente [9, 10, 12] se prevede că aceste motoare vor căpăta o extindere mare, tinzînd să înlocuiască forajul clasic, mai ales la adîncimi mari, care

depășesc 9 000 m și de la care, în jos, sistemul rotativ nu mai este eficient din cauza pierderilor mari de putere, prin frecarea ce apare la rotirea garniturii de foraj.

Avînd în vedere rezultatele certe obținute pînă în prezent, precum și îmbunătățirile care se mai pot aduce motoarelor hidraulice de fund cu turație lentă și moment ridicat, autorul apreciază că acestea au toate șansele de a se extinde în viitor.

Metoda de foraj cu jet hidraulic implică o serie de greutăți legate de obținerea unor puteri hidraulice instalate mult mai mari decît cele folosite în prezent, precum și de obținerea unor prăjini de foraj de calitate superioară, echipate cu racorduri speciale corespunzătoare din punctul de vedere al asigurării etanșeității și a unor duze care să reziste la presiunile ridicate ce se prevede a fi necesare. Aceste dificultăți par greu de depășit în faza actuală de dezvoltare a tehnicii, însă viitorul poate aduce soluții acceptabile.

În fine, *metoda de foraj cu laser* este limitată la găuri de diametru foarte mic, din cauza puterii reduse a laserelor actuale și din cauza concentrării mari a energiei în fasciculul de raze laser, în timp ce *dispozitivele de foraj bazate pe energia atomică* sînt limitate din cauza dimensiunilor apreciabile ale generatoarelor.

Autorul apreciază că în această direcție, cel puțin într-un viitor apropiat, nu există perspective de învingere a dificultăților tehnice.

3. *Analiza limitărilor absolute*

Din tabela sinoptică prezentată în anexă se poate observa că următoarele metode au aplicabilitate limitată din punctul de vedere al proprietăților mecanice ale rocilor: *foraj cu scîntei*, *foraj cu explozivi*, *foraj cu alice*, în timp ce toate metodele care se bazează pe dislocarea provocată prin tensiuni termice: *jet cu flacără și termic*, *dezintegrare electrică*, *plasmă* (*fărîmițare*), *arc electric* (*fărîmițare*), *înaltă frecvență* sînt limitate de proprietățile termofizice ale rocilor.

Se poate observa că, întrucît acestea reprezintă niște limitări absolute, ele nu pot fi depășite. De asemenea, trebuie menționat faptul că este practic imposibil ca în profilul unei sonde să se întîlnească numai roci elastofragile sau termofragile. Prin urmare, în acest caz, sonda ar trebui să fie săpată printr-un complex de metode, principial diferite, ceea ce pare puțin posibil, datorită complicațiilor de diverse naturi ce pot apărea. Mai trebuie arătat că, odată cu creșterea adîncimii, caracterul plastic al rocilor se accentuează, fapt care constituie încă o limitare a metodelor cu care se poate fora numai în roci elastofragile.

A doua limitare absolută este legată de fenomenele care pot afecta stabilitatea găurii de sondă. Se știe că problema stabilității găurilor de sondă prezintă aspecte multiple, printre care se menționează aspectul mecanico-reologic, influența presiunilor anormale de strat, influența temperaturii și a variațiilor ei, influența umflării formațiilor argiloase, influența undelor de suprapresiune și de depresiune, influența gradului de fisurare naturală a formațiilor etc. [11]. Din simpla enumerare a acestor aspecte se poate observa complexitatea problemei. În această direcție nu există rezolvări integrale nici pentru actuala situație a forajului rotativ, metodă în cadrul căreia operatorul dispune de o multitudine de posibilități prin folosire a unei mari varietăți de fluide de foraj existente. Prin urmare, orice metodă nouă de foraj care nu poate folosi orice tip de fluid de foraj sau care nu rezolvă problema stabilității pe altă cale va întîmpina dificultăți greu de depășit. Singurele metode care întrunesc condițiile rezolvării problemei stabilității sînt: forajul rotary și forajul cu turbină, în cadrul cărora nu există restricții în ceea ce privește folosirea diverselor fluide de foraj existente, precum și a celor ce pot apărea în viitor și, de asemenea, metodele care se bazează pe dislocarea rocii prin topire sau vaporizare și în cadrul cărora se poate presupune că stabilitatea găurii va fi rezolvată prin vitrifierea pereților găurii, deci prin îmbunătățirea proprietăților mecanice ale rocilor din profilul găurii de sondă.

4. *Potențialitatea maximă*

Acest indicator, cu excepția forajului rotativ și a celui cu turbina, din lipsă de date, nu poate fi apreciat decît calitativ. Din acest motiv, „potențialitatea maximă" nu a fost trecută în tabelul sinoptic.

Pentru forajul rotativ, așa cum s-a menționat într-un paragraf anterior, „potențiali-

tatea maximă" se situează în jurul adîncimii de 9 000 m. Mai jos de această adîncime, pînă în jurul a 15 000—16 000 m, se prevede a se utiliza motorul hidraulic de foraj cu turație lentă și moment ridicat. Justificarea fixării acestor adîncimi-limită se bazează pe faptul că peste adîncimea de 9 000 m randamentul transmiterii puterii mecanice la talpă, în cazul forajului rotary, scade foarte mult, ajungînd la valori prohibitive, din cauza creșterii substanțiale a puterii pierdute prin frecări în timpul rotației garniturii, iar peste adîncimea de 15 000—16 000 m, de asemenea, se ajunge la valori foarte mici ale randamentului puterii hidraulice transmise turbinei, din cauza pierderilor de putere prin frecări în sistemul de circulație [9, 10, 12].

Dintre celelalte metode menționate în tabela sinoptică, cele bazate pe utilizarea energiei electrice par să fie adecvate forajului la mari adîncimi (de peste 9 000 m), deoarece randamentul transmiterii energiei electrice la talpă este mai ridicat decît cel al transmiterii energiei mecanice sau hidraulice, însă aceste metode sînt limitate, atunci cînd se bazează pe dislocare termofragilă de proprietățile termomecanice ale rocilor.

Metodele bazate pe transmiterea energiei hidraulice de la suprafață la talpă, se pare că pot fi clasificate, din punctul de vedere al „potențialității maxime", imediat după cele bazate pe transmiterea energiei electrice.

Un ultim loc în această clasificare ar reveni metodelor care se bazează pe transmiterea energiei mecanice de la suprafață la talpă (foraj rotary).

În afara clasificării prezentate mai sus, se poate spune că forajul nuclear are potențialitatea maximă maximorum, deoarece sursa de energie este plasată la talpa sondei, iar procesul de foraj se desfășoară prin topirea rocii, neexistînd deci limitări nici din acest punct de vedere.

Privire de ansamblu

Prin prisma celor discutate în paragraful anterior, se poate încerca formarea unei priviri de ansamblu în ceea ce privește șansele de aplicare, într-un viitor mai apropiat sau mai îndepărtat, a metodelor noi de foraj, precum și șansele acestora de a concura forajul clasic, rotativ.

1. Din punctul de vedere al „potențialității convenționale", precum și din punctul de vedere al posibilităților de îmbunătățire a acestui indicator, pot fi luate în considerare următoarele metode de foraj : *cu jet hidraulic, cu scîntei, cu explozii, rotary, cu turbină*, care, conform clasificării din tabelul sinoptic, prezintă potențialitate convențională ridicată, *precum și metodele bazate pe energie termică*, a căror potențialitate convențională poate fi îmbunătățită substanțial.

2. Dintre metodele enumerate la punctul 1, pînă în momentul în care se va rezolva problema canalului de transmitere a energiei la talpa sondei, trebuie ținute sub rezervă toate metodele ce se bazează pe utilizarea energiei electrice și transformarea ei în alte feluri de energii, termică și hidraulică (unde de suprapresiune).

3. De asemenea, dintre metodele enumerate la punctul 1, din cauza limitărilor absolute dictate de natura rocii, ceea ce implică săparea sondei printr-un complex de metode principial diferite, trebuie excluse : *metoda de foraj cu scîntei, metoda de foraj cu explozii, metodele bazate pe energie termică.*

4. În ipoteza în care se are în vedere săparea unor sonde la adîncimi foarte mari (peste 15 000 m), se pot lua în considerare metodele bazate pe dislocarea prin topire a rocii, care au însă dezavantajul de a prezenta o „potențialitate convențională" redusă. Dintre aceste metode (și nu numai dintre acestea), *forajul cu reactor nuclear* prezintă potențialitatea maximă maximorum, însă metoda este limitată de gabaritul mare al dispozitivului cu care se realizează.

5. Prin excluderea metodelor, dictată de considerentele expuse la punctul 3, rămîn, pentru forajul pînă la adîncimi în jur de 9 000 m următoarele metode : *cu jet hidraulic, rotary, cu turbina*, pentru adîncimi cuprinse între 10 000 și 15 000 m : *cu jet hidraulic, cu turbină.*

6. Nu trebuie exclusă posibilitatea combinării unora dintre metodele noi de foraj cu metoda de foraj rotativ sau cu metoda cu turbină.

Astfel, în ipoteza în care se va rezolva problema canalului de transmitere a energiei electrice la talpa sondei, metodele de foraj care se bazează pe transformarea energiei electrice în energie termică pot fi combinate cu forajul rotativ sau cu cel cu turbină, ajungîn-

ANEXA

Tabela sinoptică comparativă a diverselor metode de foraj

Nr. crt.	Metoda de foraj	Mecanism de dislocare	Potențialitate convențională m/h	Limitări relative		Limitări absolute		
				Puterea transmisă sculei de dislocare	Puterea transmisă rocii	Soluții constructive și tehnologice ce trebuie rezolvate	Natura rocii	Stabilitatea găurii
0	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Jet hidraulic	Mecanic	21—85	Limitată de pierderi de putere hidraulică în sistemul de circulație	Integrală	Materialul duzelor Pompe de foraj de presiune ultraînaltă. Garnitura de foraj care să reziste la presiuni ultraînalte	Nu există restricții	Poate apărea instabilitatea din cauza undelor de suprapresiune
2	Cu scintei	Mecanic	21—85	Limitată de pierderi de putere din sistemul de transmitere a energiei electrice de la suprafață	Pierderi de putere în undele de suprapresiune care nu sînt folosite integral pentru dislocare	Rezolvarea sistemului de transmitere a energiei electrice la scula de dislocare	Limitată la roci elastofragile	Poate apărea instabilitatea din cauza undelor de suprapresiune
3	Cu explozii	Mecanic	15—43	Limitată de frecvența exploziilor	Pierderi de putere în undele de suprapresiune care nu sînt folosite integral pentru dislocare	Nu există probleme deosebite	Limitată la roci elastofragile	Poate apărea instabilitatea din cauza undelor de suprapresiune
4	Rotary	Mecanic	9—52	Limitată de pierderile de putere prin frecare ce apare la rotirea garniturii de foraj	Limitată de eficiența sapei	Nu există probleme deosebite	Nu există restricții	Nu există restricții
5	Turbină cu intrare axială a fluidului	Mecanic	9—52	Limitată de pierderi de putere hidraulică în sistemul de circulație și de randamentul turbinei	Limitată de randamentul sapei	Realizarea unor motoare hidraulice de foraj cu turație scăzută și moment ridicat	Nu există restricții	Nu există restricții
6	Jet cu flacără	Fărîmițare	17—33	Limitată de arderea incompletă a combustibilului	Pierderi de putere pentru vaporizarea apei la talpa sondei	Folosește acid azotic scump și greu de manipulat	Limitată la roci termofragile	Prin folosirea apei drept fluid de circulație apare posibilitatea instabilității
7	Jet termic	Fărîmițare	5,5—11	Limitată de arderea incompletă a combustibilului	Pierderi de putere pentru vaporizarea apei la talpa sondei	Nu există probleme deosebite	Limitată la roci termofragile	Prin folosirea apei drept fluid de circulație apare posibilitatea instabilității
8	Dezagregare electrică	Fărîmițare	5,5—8,5	Limitată de pierderile de putere din sistemul de transmitere a energiei electrice de la suprafață	Pierderi de putere pentru vaporizarea apei la talpa sondei	Rezolvarea sistemului de transmitere a energiei electrice la scula de dislocare	Limitată la roci termofragile	Prin folosirea apei drept fluid de circulație apare posibilitatea instabilității
9	Alice	Mecanic	2,5—8,5	Limitată la puterea hidraulică absorbită de alice	Integrală	Nu există probleme deosebite	Limitată la roci elastofragile	Nu există restricții
10	Plasmă	Fărîmițare	4,9—6,8	Limitată de puterea transmisă flăcării și de pierderile de putere din sistemul de transmitere a energiei electrice la talpă	Pierderi de putere pentru vaporizarea apei la talpa sondei ; încălzirea electrozilor etc.	Consumul rapid al electrozilor Rezolvarea sistemului de transmitere a energiei e-electrice la scula de dislocare	Limitată la roci elastofragile	Prin folosirea apei drept fluid de circulație apare posibilitatea instabilității
11	Arc electric	Fărîmițare	2,5—4,9	Limitată de pierderea de putere din sistemul de transmitere a energiei electrice de la suprafață și de puterea transmisă flăcării	Limitată de pierderile de putere pentru încălzirea electrozilor, a aerului din jurul electrozilor etc.	Consum rapid al electrozilor Rezolvarea sistemului de transmitere a energiei electrice la scula de dislocare	Limitata la roci termofragile	Gaura trebuie să fie plină cu apă. Apare evident pericolul instabilității
12	Înaltă frecvență	Fărîmițare	1,8—3,6	Limitată de pierderea de putere din sistemul de transmitere a energiei electrice de la suprafață și de puterea transmisă flăcării	Limitată de pierderile de putere pentru încălzirea electrozilor, a aerului din jurul electrozilor etc.	Rezolvarea sistemului de transmitere a energiei electrice la scula de dislocare	Limitat la roci termofragile	Prin folosirea apei drept fluid de circulație apare posibilitatea instabilității
13	Plasmă	Topire	1,2—1,8	Limitată de puterea transmisă flăcării și de pierderea de putere din sistemul de transmitere a energiei	Pierderile de putere pentru vaporizarea apei la talpa sondei, încălzirea electrozilor etc.	Consum mare de electrozi Rezolvarea sistemului de transmitere a energiei electrice la scula de dislocare Heliul este scump și greu de manipulat	Nu există restricții	Nu există restricții
14	Încălzitor electric	Topire	0,6—1,8	Limitată de pierderea de putere din sistemul de transmitere a energiei electrice de la suprafață	Pierderi de putere pentru vaporizarea apei la talpă și prin conductivitate termică a rocilor	Rezolvarea sistemului de transmitere a energiei electrice la scula de dislocare Heliul este scump și greu de manipulat	Nu există restricții	Nu există restricții
15	Arc electric	Topire	0,6—1,8	Limitată de pierderea de putere din sistemul de transmitere a energiei electrice de la suprafață și de puterea transmisă flăcării	Limitat de pierderile de putere pentru încălzirea electrozilor, a aerului din jurul electrozilor, prin conductivitate termică a rocilor	Consum mare de electrozi Rezolvarea sistemului de transmitere a energiei electrice la talpă *Obs.* Nu există date despre sistemul de evacuare a rocii topite	Nu există restricții	Gaura trebuie să fie plină cu aer. Apare evidentă posibilitatea instabilității
16	Nuclear	Topire	0,6—1,8	Nu există restricții	Pierderi de putere prin conductivitatea termică a rocilor	Diametrul mare al dispozitivului	Nu există restricții	Nu există restricții
17	Laser	Fărîmițare	0,6—1,2	Limitată de pierderea de putere din sistemul de transmitere a energiei electrice de la suprafață	Nu există date suficiente	Diametrul mic al găurilor săpate datorită puterilor mici disponibile	Nu există date suficiente	Nu există date suficiente
18	Fascicul de electrozi	Fărîmițare	0,6—1,2	Limitată de pierderea de putere din sistemul de transmitere a energiei electrice de la suprafață	Limitată de pierderile de energie reflectată de suprafața rocii	Sistem de etanșare dinamică în trepte	Nu există date suficiente	Nu există date suficiente
19	Microunde	Fărîmițare	0,6—1,2	Limitată de pierderea de putere din sistemul de transmitere a energiei electrice de la suprafață și de randamentul magnetronului	Limitată de pierderile de energie reflectată de suprafața rocii	Rezolvarea sistemului de transmitere a energiei electrice la scula de dislocare	Roci saturate cu apă	Gaura trebuie să fie plină cu aer. Apare evidentă posibilitatea instabilității
20	Inducție	Fărîmițare	0,3—0,6	Limitată de pierderea de putere din sistemul de transmitere a energiei electrice de la suprafață și de pierderile de energie din bobina de inducție	Nu există date suficiente	Randament scăzut din cauza pierderilor de energie în bobina de inducție	Roci cu susceptibilitate magnetică ridicată	Nu există date suficiente
21	Laser	Topire	0,18—0,36	Limitată de pierderea de putere din sistemul de transmitere a energiei electrice la talpă	Transmitere cu randament mare a puterii la rocă. Foarte puțină putere pierdută datorită conductibilității rocilor	Diametrul mic al găurilor săpate datorită puterilor mici disponibile și concentrării mari a acestor puteri	Nu există restricții	Nu există date sufciente
22	Fascicul de electroni	Topire	0,18—0,36	Limitată de pierderea de putere din sistemul de transmitere a energiei electrice la talpă	Nu există date suficiente	Sistem de etanșare dinamică în trepte	Nu există date suficiente	Nu există date suficiente
23	Ultrasunete	Mecanic	0,24—0,04	Limitată la adîncimi mici, datorită dispariției fenomenului de cavitație la presiuni mai mari de 7 at	Limitată de pierderea de energie în fluidul de foraj	Rezolvarea sistemului de transmitere a energiei electrice de la suprafață	Nu există date	Prin folosirea apei drept fluid de circulație apare posibilitatea instabilității
24	Implozie	Mecanic	0,24—0,04	Limitată la adîncimi mici datorită dispariției fenomenului de cavitație la presiuni mai mari de 7 at	Limitată de pierderea energiei în fluidul de foraj	Costul ridicat al capsulelor pentru implozie	Nu există date suficiente	Prin folosirea apei drept fluid de circulație apare posibilitatea instabilității

du-se astfel la o „potențialitate convențională" foarte ridicată. Dintre metodele care se bazează pe transformarea energiei electrice în energie termică și care ar putea fi combinate cu forajul rotary sau cu cel cu turbină, se enumeră* : *dezagregarea electrică, arc electric, înaltă frecvență.* În acest caz, dispozitivele bazate pe transformarea energiei electrice în energie termică ar urma să încălzească și să dezagrege parțial roca, iar sapa cu trei conuri ar desprinde roca slăbită și ar corecta gaura la diametrul nominal.

De asemenea se poate imagina o simbioză între sapele folosite în cadrul metodelor de foraj rotativ și cu turbină și metoda de foraj cu laser. În acest caz, laserul poate fi utilizat pentru tăierea unor șanțuri înguste în roca de pe talpă, slăbind considerabil rezistența acesteia și facilitînd dislocarea ei de către sapele cu role.

În fine, combinarea între forajul cu jet hidraulic de înaltă presiune și forajul rotary poate duce la rezultate spectaculoase și ar constitui, de fapt, o adîncire a tendinței actuale de foraj rotary cu jet de presiune medie. În acest caz intervin însă probleme legate de realizarea unor puteri hidraulice instalate foarte mari, de obținerea unor garnituri de foraj și racorduri speciale care să reziste la presiuni înalte de lucru, precum și de îmbunătățirea materialelor din care sînt confecționate duzele. Pentru folosirea forajului cu jet în combinație cu forajul cu turbina, trebuie găsite soluții constructive noi pentru motoarele hidraulice de fund. În această direcție există, încă din faza actuală, încercări care au dat rezultate încurajatoare, însă nu trebuie pierdută din vedere o limitare importantă a acestei posibilități de combinare, și anume aceea că atît forajul cu turbina, cît și forajul cu jet folosesc energia hidraulică și deci nu mai este vorba de o însumare de energii ca în cazul combinației preconizate la forajul rotativ, unde energia hidraulică se adaugă la energia mecanică, ci doar de o folosire mai rațională a disponibilului de energie hidraulică.

7. Deși unele metode noi par să nu-și găsească aplicarea la forajul sondelor, ele ar putea fi utilizate cu succes în domenii nepetrolifere și îndeosebi la lucrările din cariere, atît pentru executarea rapidă a forajelor de mică adîncime (în jur de 40 m) pentru amplasarea explozivilor, cît și la tăierea și sfărîmarea blocurilor masive de rocă. O aplicabilitate imediată, din acest punct de vedere, ar putea-o prezenta următoarele metode : *cu plasmă, cu jet cu flacără și jet termic.*

* Selecția a fost făcută după criteriul „potențialității convențională" a acestor metode, precum și după criteriul fezabilității metodelor din punctul de vedere al soluțiilor constructive și tehnologice.

3. Concluzii

1. Pentru R.S.R., metoda de foraj rotativ și cea cu turbină lentă și moment ridicat se pare că vor rămîne metode de bază pentru forajul de adîncimi de pînă la 10 000 m.

2. Pentru ridicarea performanțelor forajului sondelor la adîncimi medii și mari, autorul consideră că se pot combina metodele de foraj rotary și cu turbină cu una dintre următoarele metode noi de foraj : dezagregare electrică, arc electric, curenți de înaltă frecvență, laser, jet hidraulic de înaltă presiune.

3. Considerăm că o serie de metode noi, care nu-și găsesc aplicabilitatea în forajul sondelor, ar putea fi introduse cu succes în domenii nepetrolifere și, îndeosebi, la lucrările din cariere. În acest sens, o aplicabilitate imediată ar putea-o prezenta următoarele metode : cu plasmă, cu jet cu flacără și jet termic.

BIBLIOGRAFIE

1. Maurer, W. C. Metode noi de foraj, Ed. tehnică, 1971.
2. Roberts, Noi metode de foraj, Congresul Mondial al Petrolului, Moscova, 1971.
3. Maurer, W. C. În : Oil Gas J., **18**, mart. 1968, p. 85.
4. Roweley, D. S. În : Oil Gas J., noiemb. 2, 1970, p. 82.
5. * * * Noutăți în foraj. În : World Oil, nr. 5, oct. 1969, p. 91.
6. Lummus, J. L. În : J. Petrol. Technol., noiemb., 1970, p. 1 379.
7. Lari, I. În : Petrol și gaze, nr. 1, ian., 1963, p. 10.
8. Eckel, J. R. În : Oil Gas J., iun. **12**, 1968, p. 70.
9. Spörker, F. ș.a. Problemele mecanice și soluțiile posibile ale forajului la mari adîncimi, Congresul Mondial al Petrolului, Moscova 1971.
10. Ioanesian, R. A. Dezvoltarea tehnicii de foraj la mare adîncime cu ajutorul turbinei de foraj, Congresul Mondial al Petrolului, Moscova 1971.
11. Gorun Manolescu : În : Petrol și Gaze, 21 nr. 5, mai, 1970, p. 274
12. Timofeev Problemele forajului unei sonde la adîncimea de 15 000 m, Congresul Mondial al Petrolului, Moscova, 1971.
13. Delacour, I. și Parola, J. Improvements in or Relating to Surface Installations for Manipulating the Drill string in Drilling Bore Holes. The Patent Office London, nr. 996 063.
14. Rollins, H. M. În : Petrol. Eng., iul., 1968, p. 55.
15. Gorun Manolescu. Memoriu la Studiul tehnic preliminar privind posibilitatea realizării unor turbine de foraj cu turație lentă, I.P.C.U.P., 1970.

Proba de filtrare statică — indicator satisfăcător al filtrării reale în gaura de sondă?

N. Macovei

Există patru motive pentru care sînt necesare studierea și cunoașterea capacității de filtrare și de colmatare a fluidelor de foraj:

— stabilitatea găurii de sondă, reclamată de continuarea fără dificultăți a procesului de foraj;

— interpretarea neeronată a diagrafiilor electrice și a conținutului de fluide din carotele mecanice;

— deschiderea optimă a formațiunilor productive;

— realizarea unor viteze mecanice ridicate.

Exceptînd influența sa favorabilă asupra vitezei de avansare a sapei, viteza ridicată de filtrare și, ca atare, existența unei adîncimi mari de invazie a filtratului și a particulelor solide în formațiunile din jurul sondei, este considerată, în practica forajului și a punerii în producție a sondelor, prohibitivă. Prin urmare, se fac însemnate eforturi materiale și financiare, adăugînd în fluidul de circulație diverși aditivi antifiltranți, costisitori.

Fără îndoială, problema filtrării și a colmatării nu poate fi redusă doar la aspectul cantitativ al volumului și adîncimii de pătrundere a celor două faze (solidă și fluidă). Calitatea (salinitatea, gradul de inhibare, tensiunea interfacială) și natura (apă sau produse petroliere) fluidului pătruns prezintă cel puțin aceeași importanță.

În ultimii ani, au fost efectuate remarcabile studii experimentale și teoretice asupra mecanismului procesului de filtrare, asupra posibilităților de evaluare a adîncimii de invadare a formațiunilor traversate și asupra amplorii dificultăților provocate, prin măsurători cantitative și calitative efectuate la suprafață sau chiar în gaura de sondă. S-au imaginat metode și aparate de investigare a fluidelor de foraj în condiții care să reproducă cît mai exact pe cele din gaura de sondă: presiuni și temperaturi ridicate, existența sau inexistența circulației, natura și proprietățile fluidelor de foraj, caracteristicile mediilor filtrante etc. S-au cercetat, cu instalații deosebit de complexe, corelațiile posibile între viteza de filtrare a diverselor fluide de circulație și viteza de avansare a sapei.

Rezultatele studiilor de filtrare, în prezența circulației fluidului de foraj în raport cu mediul filtrant, în condiții apropiate de cele din gaura de sondă, par a fi deosebit de interesante și, în unele cazuri, imprevizibile la proba statică standard (presa — filtru de joasă presiune Baroid). Astfel, filtrate statice reduse nu implică, întotdeauna, viteze de filtrare, în condiții dinamice, scăzute. Aceste neconcordanțe lasă deschisă întrebarea dacă indicațiile probelor statice, la temperatură ambiantă sau ridicată, pot fi folosite ca indicatori ai controlului filtrării în condițiile reale din gaura de sondă.

I. Situațiile de filtrare a fluidelor de foraj

În procesul de foraj, pot fi distinse trei situații de filtrare a fluidelor de foraj prin mediile permeabile traversate:

1. *filtrarea prin talpa sondei* — are loc în tot cursul forajului propriu-zis și este caracterizată prin imposibilitatea formării unei turte de grosime măsurabilă, datorită curățirii sale continue de către elementele active ale sapei și de către jeturile de fluid care „mătură" talpa;

2. *filtrarea statică*[1] — întîlnită în situația cînd fluidul de foraj nu este deplasat în raport cu mediul filtrant: în timpul adăugării bucăților de avansare, a marșurilor pentru schimbarea sapei, a efectuării diverselor operații speciale și a tubării sondei, acesta fiind tipul de filtrare reprodus în majoritatea aparatelor de laborator;

3. *filtrarea dinamică*[2] — are loc în cazul circulației fluidului de foraj în raport cu mediul filtrant: aceasta este filtrarea prin pereții laterali ai sondei în timpul forajului propriu-zis.

Filtrarea prin talpa sondei. Aceasta a fost studiată cu aparatură complexă, capabilă să reproducă condițiile de la talpa sondei și îndeosebi: presiunea de confinare (presiunea laterală a formațiunilor) p_c, presiunea coloanei de noroi p_n și presiunea fluidelor din formațiune p_f [1—8]. Rezultatele publicate cu această temă sînt, deseori, contradictorii. Astfel, Horner ș.a. [3], și Lawhon ș.a. [6, 7] raportează că mărimea volumului de filtrat măsurat static cu o presă-filtru nu oferă nici o indicație asupra vitezei de filtrare dinamică prin talpa sondei și deci nu influențează viteza de avansare. Același lucru e confirmat și de

1 și 2. Prin abuz de limbaj, dar pentru comoditatea exprimării, se vor folosi noțiunile de filtrare statică și filtrare dinamică, în loc de filtrare fără sau cu existența circulației fluidului de foraj în raport cu mediul filtrant.

Eckel [1, 2], pentru rocile cu permeabilitate scăzută. Young și Gray [8] afirmă contrariul: „... viteza de filtrare în fața sapei este puternic dependentă de permeabilitatea rocii și o reducere a mărimii filtratului API reduce puternic curgerea filtratului, ceea ce denotă că filtratul API poate fi un bun indicator al caracteristicilor de filtrare în fața sapei".

Fără a intra în amănunte, se constată existența unui acord aproape unanim, în a recunoaște efectul primordial al diferenței $p_n - p_f$ asupra vitezei de avansare, cu avantajele cunoscute ale fluidelor cu greutate specifică mică, ale apei sau ale aerului comprimat.

Totuși numeroase experiențe au demonstrat că nu diferența $p_n - p_f$, în sine, guvernează vitezele de avansare, ci diferența $p_n - p'_f$, unde p'_f este presiunea fluidelor la adîncimea de formare a unei așchii. Diferența $p_n - p'_f$ este cunoscută sub numele de „presiune de reținere a așchiilor" [9] și este afectată de viteza de filtrare. Aceasta din urmă depinde de: caracteristicile filtrante ale fluidului de foraj, de permeabilitatea rocii, gradul de spălare a tălpii, turația sapei etc.

Spre deosebire de filtrarea prin pereții sondei, care este controlată, îndeosebi, de proprietățile filtrante ale turtei de colmatare, filtrarea din fața sapei este reglată, mai ales de permeabilitatea formațiunii.

În rocile *permeabile*, imediat după trecerea unui dinte (tăiș sau diamant), are loc o pătrundere brutală a filtratului din noroi în porii formațiunii, care antrenează și o parte din solidele din noroi. În final, are loc o reducere a permeabilității rocii, prin formarea unei turte „interne", distrusă, parțial sau total, la trecerea rolei următoare și reformată aproape instantaneu, imediat după aceea. Deși „deteriorarea" formațiunii are loc pe o adîncime de 0,5—3 cm, reducerea severă a permeabilității este, doar, de ordinul 0,1 cm. Prin urmare, gradienții maximi de presiune se întîlnesc pe o adîncime inferioară celei de pătrundere a dintelui și vor fi cu atît mai mari cu cît permeabilitatea rocii este mai mare și proprietățile de colmatare ale noroiului sînt mai bune.

În concluzie:

— în formațiunile cu permeabilitate ridicată, „presiunea de reținere a fragmentelor", $p_n - p'_f$ este practic egală cu diferența totală de presiune $p_n - p_f$; așa se explică faptul că rocile permeabile manifestă reducerile cele mai accentuate ale vitezei de avansare, la creșterea greutății specifice a noroiului;

— noroaiele cu viteze de filtrare mari și care depun turte „interne" cu permeabilitate ridicată oferă posibilitatea reducerii „presiunii de reținere a fragmentelor", apa curată fiind, evident, cel mai eficient fluid de foraj din acest punct de vedere.

În rocile cu *permeabilitate foarte scăzută*, fenomenul de reținere a particulelor este de altă natură. Datorită imposibilității filtrării, de-a lungul fisurilor se poate forma un vacuum și „presiunea de reținere", numită în acest caz „reținere dinamică", poate atinge valoarea presiunii noroiului p_n.

Prin urmare, corelații sigure între indicațiile probei statice de filtrare și viteza de avansare sînt dificil de stabilit. Aceasta din urmă este afectată, pe lîngă capacitatea de filtrare și de colmatare a fluidului de foraj, evaluată la proba-standard, de numeroși alți factori: natura și compoziția rocii, porozitatea, permeabilitatea și umectabilitatea rocii, compoziția granulometrică a solidelor din noroi, eficiența jeturilor de spălare, geometria și turația sapei etc.

Se subliniază totuși oportunitatea utilizării fluidelor cu solide puține, care realizează o slabă colmatare a formațiunii din fața sapei, precum și a unor fluide cu viteză redusă de filtrare prin peretele sondei, dar care posedă o viteză de filtrare inițială (spurt loss) ridicată [10]. Totodată, se amintește că reducerea exagerată a filtratului static, fără ca stabilitatea sondei s-o reclame, este nerecomandabilă.

Filtrarea dinamică. Pe măsură ce sapa avansează într-o formațiune, aceasta din urmă este expusă brusc contactului cu fluidul de foraj în circulație, aflat, de regulă, la o presiune superioară celei a fluidelor din formațiune. Filtrarea statică are loc, doar, la întreruperea circulației, deci, după o perioadă oarecare de filtrare dinamică.

Se apreciază că, din momentul deschiderii formațiunii și pînă în momentul izolării ei prin tubare, cea mai mare parte din volumul total de filtrat invadează formațiunea în timp ce fluidul se află în circulație.

În decursul filtrării dinamice, prin pereții laterali ai sondei, se disting următoarele faze:

a) o perioadă foarte scurtă de *pătrundere bruscă a* filtrului (spurt loss) sau chiar a noroiului (mud spurt) în porii formațiunii;

b) perioada de *formare a turtei „interne"* și de *inițiere a turtei externe*, perioadă în care rezistența la scurgere crește brusc;

c) perioadă în decursul căreia *grosimea turtei crește continuu*, sub acțiunea unei diferențe de presiune constantă;

d) perioada în care turta a atins o *presiune de echilibru*, dar viteza de filtrare continuă să scadă ca urmare a compactizării turtei;

e) în sfîrșit, perioada de *filtrare cu viteză constantă*, printr-o turtă stabilizată.

În primele trei faze, fenomenul de filtrare dinamică este similar calitativ, celui de filtrare statică. Cantitativ, datorită acțiunii permanente de forfecare a curentului de noroi,

în primul caz vitezele de filtrare sînt, de regulă, mai ridicate (fig. 1). Deoarece în condiţiile circulaţiei, particulele de argilă sînt mai dispersate, turta poate fi mai compactă şi permeabilitatea ei va fi mai mică. Din acest

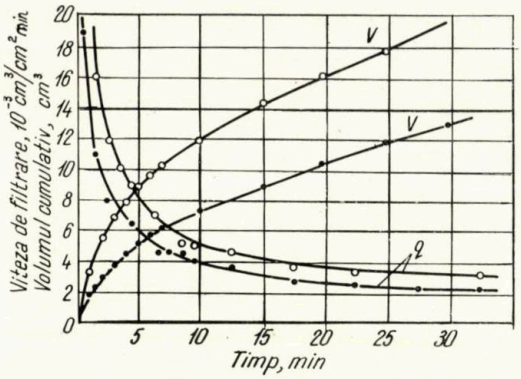


Fig. 1. Comparaţie între filtrarea statică şi filtrarea dinamică: Noroi: γ = 1,1 kg/dm³ cu 15% RAL şi 10% motorină; S = 100 cm²; —●— filtrare statică; —○— filtrare dinamică; v = 0,37 m/s; △ p = 5 kgf/cm².

motiv s-au măsurat, uneori, şi viteze de filtrare dinamică mai mici. De aceea, comparaţiile efectuate adesea între volumul de filtrat static şi volumul de filtrat dinamic măsurat după 30 min, nu sînt concludente.

Caracteristic însă în cazul filtrării dinamice este atingerea unei grosimi a turtei şi, apoi, a unei viteze de filtrare constante, ca urmare a „echilibrării" forţelor de depunere cu cele de eroziune.

Pentru a compara diverse noroaie între ele sau pentru a aprecia eficacitatea unui tratament, este necesară *compararea vitezelor de filtrare stabilizate*, deci după cîteva ore de circulaţie. Pentru acelaşi noroi şi aceeaşi presiune diferenţială, „echilibrarea" are loc cu atît mai repede — deci viteza de filtrare se stabilizează la o valoare mai mare — cu cît tensiunea de forfecare la suprafaţa turtei τ_p este mai mare (fig. 2).

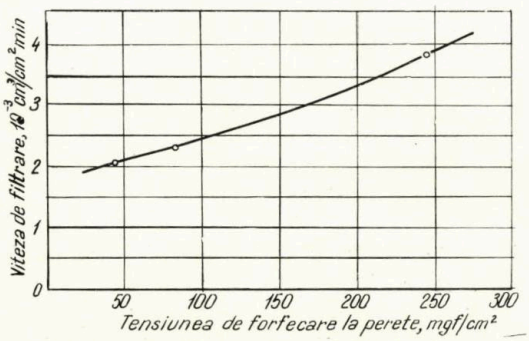


Fig. 2. Efectul tensiunii de forfecare la suprafaţa turtei asupra vitezei de filtrare dinamică.

Pentru regimul de curgere laminar, acceptînd modelul binghamian, de exemplu, se demonstrează că:

$$\tau_p = \frac{8}{D_s - d_e}\eta_p v_{med} + \frac{4}{3}\tau_o,$$

în care:

η_p este viscozitatea platică;
v_{med} — viteza medie a curentului de fluid;
D_s — diametrul sapei;
d_e — diametrul exterior al prăjinilor;
τ_o — tensiunea dinamică de forfecare.

Prin urmare, grosimea de echilibru a turtei scade — viteza de filtrare stabilizată creşte — cu mărimea vitezei curentului de fluid, viscozitatea plastică şi tensiunea dinamică de forfecare a fluidului de foraj. Deci, pe lîngă alte dificultăţi, fluidele cu η_p şi τ_o ridicate conduc şi la viteze de filtrare mari.

În figura 3 este redată o diagramă caracteristică a variaţiei volumului cumulativ şi a vitezei de filtrare obţinută în decursul unei experienţe ce a durat 26 de ore [11]. Valorile q_1 şi q_2 reprezintă vitezele de filtrare stabilizate, pentru cele două perioade de filtrare dinamică.

II. Aparatura de cercetare a filtrării dinamice

Sînt citate în literatura de specialitate numeroase tipuri de aparate care studiază filtrarea şi colmatarea în condiţii foarte apropiate de cele de gaura de sondă, dar, deocamdată, nici unul dintre ele nu a putut fi multiplicat pentru uz curent în laboratoare sau şantiere, datorită complexităţii lor. Multe studii asupra filtrării în timpul forajului au fost realizate cu ajutorul unor „maşini de foraj" care simulează aproape toate condiţiile din gaura de sondă, dar, în majoritatea cazurilor, s-au măsurat simultan, atît filtratul pătruns prin pereţii găurii de sondă cît şi cel pătruns prin talpa sondei.

Aparatele propuse doar pentru studierea filtrării dinamice laterale, se pot grupa în două categorii:

1. tubulare, în care noroiul este circulat prin faţa unei carote cilindrice [12—15];

2. rotative, în care circulaţia este realizată prin mişcarea unui rotor, reproducîndu-se la suprafaţa mediului filtrant gradienţii de viteză sau tensiunea de forfecare de la pereţii sondei [16—18].

În figura 4 este prezentată schema instalaţiei de filtrare dinamică şi filtrare statică construită şi utilizată de autor. Principiul ei este cel clasic: circularea, cu ajutorul unei pompe, a fluidului de foraj prin faţa unor carote artificiale, saturate cu apă în vid [11].

Aparatele de tip tubular au avantajul unei mai bune apropieri de condiţiile din gaura de sondă, dar volumul mare de noroi necesar le limitează utilizarea doar pentru cercetare în laboratoare (în cazul de faţă s-au utilizat aproximativ 150 l).

Rezultate. Discuții

În 1957, H o r n e r ș.a., în urma cercetării a 41 de noroaie, afirmau : „Se pare că nu există nici o relație între filtrarea dinamică și cea statică". Același lucru l-au constatat și F e r g u s o n și K l o t z [19] în 1954, K r u e g e r [15] în 1963, P r e s t o n M o o r e [20] în 1965. Unele corelații obținute erau considerate conjuncturale pentru a fi sigure. Concluzia acestor cercetări era : nu este de loc necesar ca fluidele cu filtrat static scăzut să posede și viteze de filtrare dinamică scăzute. Totuși, șantierele au continuat și continuă să ignore aceste rezultate, poate și din motivul că nu există, încă, un aparat pentru măsurarea vitezelor de filtrare și de colmatare a noroaielor aflate în circulație, la presiuni și temperaturi ridicate, care să fie ușor adaptabil utilizării în șantier. Ceea ce este interesant este faptul că utilizînd fluide cu filtrat static din ce în ce mai redus, operatorii au obținut rezultate satisfăcătoare, contrar alertei provocate de cercetările amintite.

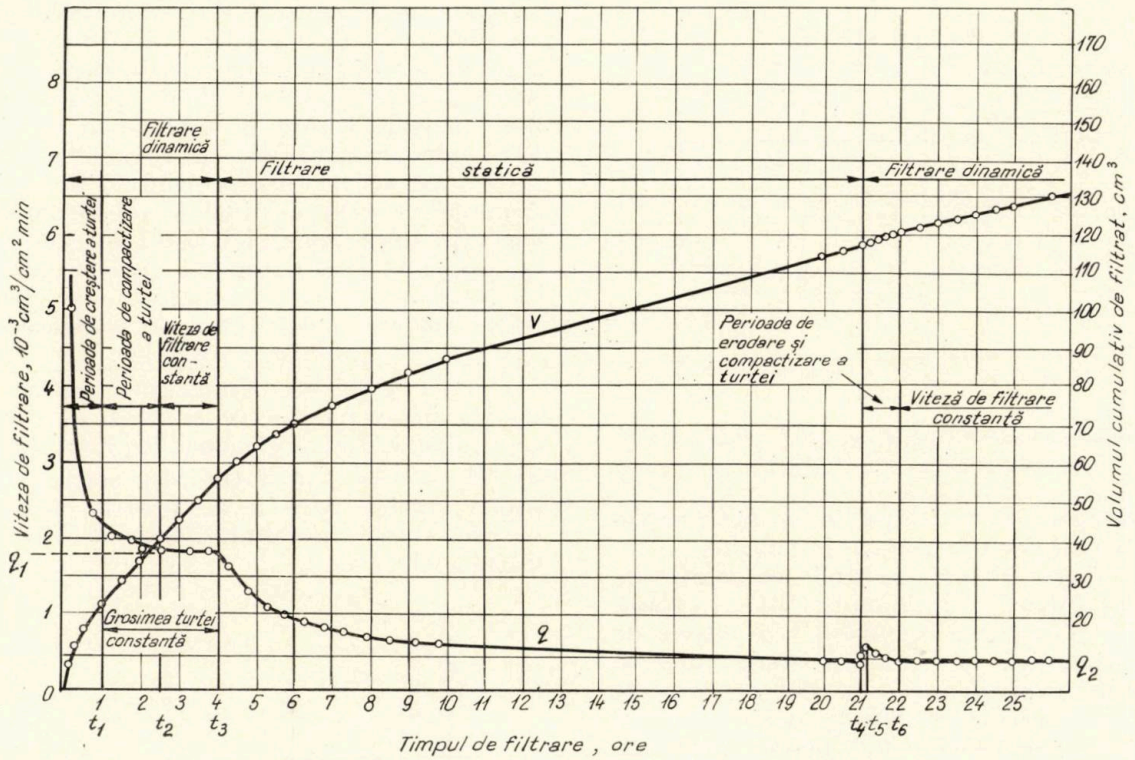


Fig. 3. Filtrarea succesivă : dinamică — statică — dinamică.

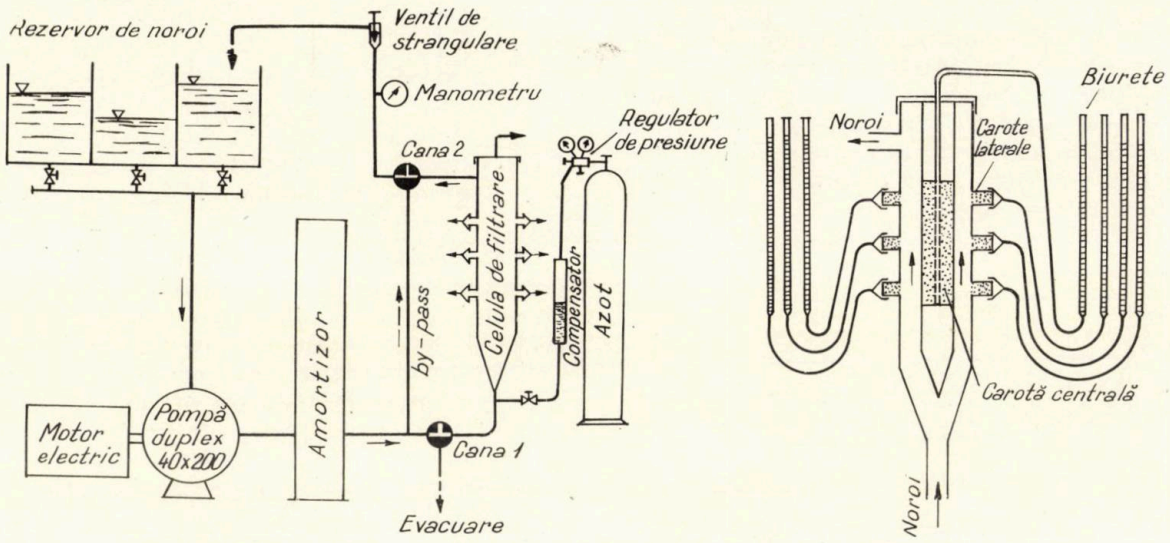


Fig. 4. Schema instalației de filtrare dinamică utilizată în I.P.G.G.

În cele ce urmează, se vor prezenta cîteva date comparative privitoare la comportarea la filtrare statică şi la filtrare dinamică a unor fluide utilizate în şantier, folosind atît date din literatura de specialitate cît şi unele obţinute

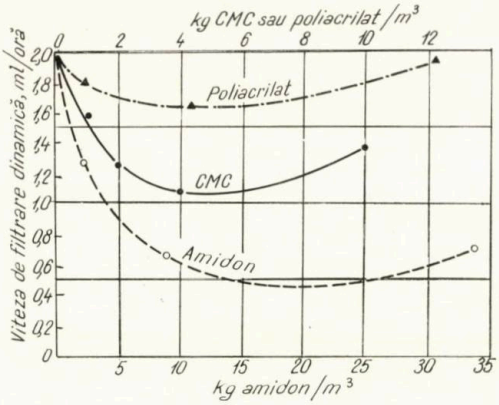


Fig. 5. Efectul reducătorilor de filtrare, după atingerea echilibrului dinamic (după Krueger).

de autor pentru a releva în ce măsură temerile de mai sus sînt sau nu justificate.

În ceea ce priveşte aditivii obişnuiţi de control al filtrării : amidonul, CMC-ul şi poliacrilatul, Krueger a semnalat că viteza de filtrare dinamică la echilibru scade pînă la concentraţii echivalente — în ceea ce priveşte costul — de circa 1—2 $/bbl, după care are tendinţa să crească (fig. 5). Aceasta însemna, pentru noroiul respectiv (F = 18 cm³ la Baroid), concentraţii de 17—34 kg/m³ amidon, 3,5—7 kg/m³ CMC şi 4—8 kg/m³ poliacrilat, ceea ce constituie concentraţii uzuale. Krueger notează însă că tendinţele de creştere a vitezei de filtrare dinamică au apărut la concentraţii care nu sînt practice, datorită viscozităţilor foarte mari. Experienţele lui Krueger au fost efectuate la 35 atm, 77°C şi 0,56 m/s viteză de circulaţie.

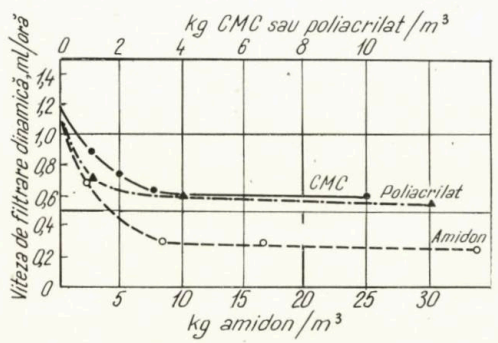


Fig. 6. Efectul reducătorilor de filtrare la repornirea circulaţiei, după o perioadă de repaus (după Krueger).

Prin urmare, conform celor afirmate anterior, şi anume că la creşterea viscozităţii creşte tensiunea de forfecare la perete şi scade grosimea turtei la echilibru, tendinţele de creştere ale vitezei de filtrare sînt justificate. Atît timp cît viscozitatea fluidului nu atinge valori exagerate, pericolul unei supratratări, considerăm, că nu poate avea loc.

Mai mult, reluînd circulaţia după o perioadă oarecare de repaus, Krueger notează că tendinţele de creştere a vitezei de filtrare nu mai apar de loc (fig. 6). Depunerile statice nu sînt decît parţial erodabile şi ele vor controla în mare măsură viteza de filtrare în continuare. Este adevărat, totuşi, că reducerea substanţială a vitezei de filtrare printr-o turtă depusă dinamic — static — dinamic se obţine la concentraţii mult mai mici decît de cele indicate de proba statică standard. Aceasta înseamnă că tratamentul excesiv pentru obţinerea unor filtrate foarte mici (circa 1 cm³), fără a fi dăunătoare, nu sînt însă economice.

În ceea ce priveşte fluidizanţii, care la proba statică indică o reducere scăzută a filtratului, s-au dovedit foarte eficienţi la proba dinamică. Astfel, hexametafosfatul de sodiu, care la proba statică pare a fi, practic, fără efect, reduce, totuşi, simţitor viteza de filtrare dinamică (fig. 7).

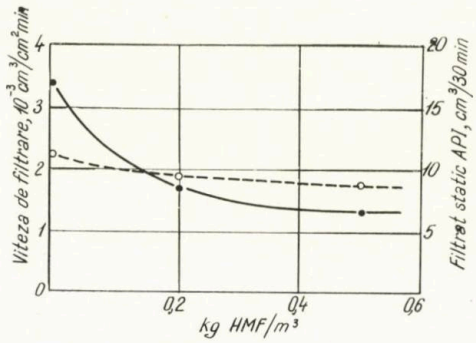


Fig. 7. Filtrarea unui fluid tratat cu hexametafosfat de sodiu : —●— viteza de filtrare dinamică ; —○— filtrat static.

S-a studiat efectul tratamentului cu fierocromlignosulfonat (Q — Broxin), pe un noroi contaminat cu calciu. S-au măsurat filtratele API şi vitezele de filtrare dinamică, după trei ore de circulaţie. În timp ce filtratul static s-a redus doar de două ori (de la 38,5 la 17,5), la creşterea concentraţiei de la 2 la 12 kg/m³, viteza de filtrare dinamică a scăzut de peste cinci ori (fig. 8). Faptul se explică prin efectul puternic de fluidizare (τ_0 a scăzut de la 465 mgr/cm² la 5 mgr/cm²), ceea ce a condus la o permeabilitate scăzută a turtei şi la o tensiune redusă la perete.

Printre cei mai folosiţi aditivi la noi în ţară, cu efect mixt — de reducere a viscozităţii şi a vitezei de filtrare — se află humaţii de sodiu extraşi din lignit. Experienţele efectuate au demonstrat că volumul de filtrat măsurat la presa filtru standard este un bun indicator

al vitezei de filtrare dinamică (fig. 9). Aceasta din urmă a scăzut continuu la creşterea concentraţiei în RAL, deşi proprietăţile reologice ale noroiului au rămas, practic, aceleaşi.

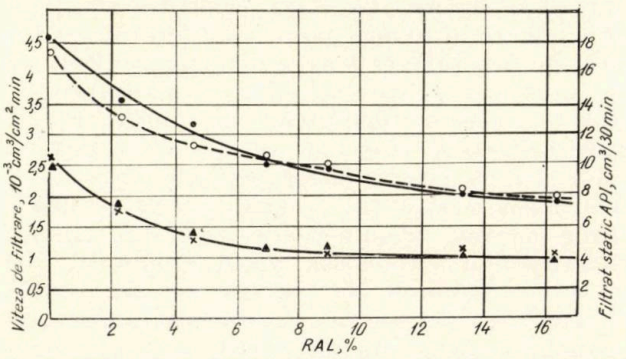


Fig. 8. Filtrarea unui fluid tratat cu reactiv alcalin de lignit : —●— viteza de filtrare dinamică după 2 ore ; —▲— viteza de filtrare statică, după 2 + 3 ore ; —×— viteza de filtrare dinamică, după 2 + 3 + 1 ore ; - - o - - filtratul static.

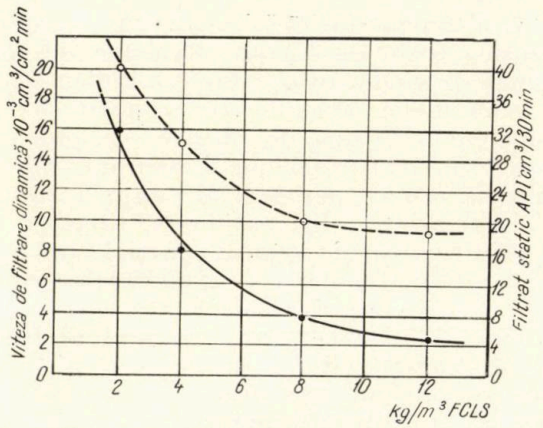


Fig. 9. Filtrarea unui fluid de foraj tratat cu fierocrom-lignosulfonat :
—●— viteza de filtrare dinamică, după 3 ore ; - -o- - filtratul static.

Unul dintre cele mai surprinzătoare rezultate, publicate în literatura de specialitate, îl constituie creşterea vitezei de filtrare dinamică la adăugarea produselor petroliere în noroiul de foraj. Se citează, în acest sens, cercetările efectuate de Ferguson şi Klotz, Horner şi alţii, Krueger, Gray [20], Lawhon ş.a. [8], de Lamballerie.

Dintre acestea, cele mai semnificative sînt rezultatele lui Krueger, care, măsurînd numai viteza de filtrare laterală, stabilizată, ajunge la concluzia că „... produselor petroliere scade filtratul static şi creşte viteza de filtrare dinamică, indiferent de restul tratamentului noroiului". Astfel, pentru un noroi cu $\gamma = 1{,}1$ kgf/dm³, tratat cu 5,75 kg/m³ quebracho şi 17 kg/m³ amidon, la adăugarea de 10% motorină viteza de filtrare dinamică stabilizată a crescut cu aproape 50%, deşi proba statică a indicat o scădere a volumului de filtrat. Pentru aceeaşi probă însă la reluarea circulaţiei (după cîteva ore de întrerupere), perioadă în care s-a depus o turtă statică peste cea dinamică), viteza de filtrare dinamică restabilizată a scăzut cu aproape 20%, pentru noroiul tratat în raport cu cel netratat.

Pe baza unor experienţe efectuate de Gray (fig. 10), Preston Moore conchide că produsele petroliere nu trebuie adăugate în scopul special al micşorării filtratului static. Reducerea deranjamentelor şi a complicaţiilor din sondă, la adaosul produselor petroliere, nu ar fi rezultatul reducerii vitezei de filtrare (în realitate, în gaura de sondă, aceasta crescînd), ci, probabil, al altor cauze.

De Lamballerie raportează că viteza de filtrare dinamică a scăzut odată cu creşterea

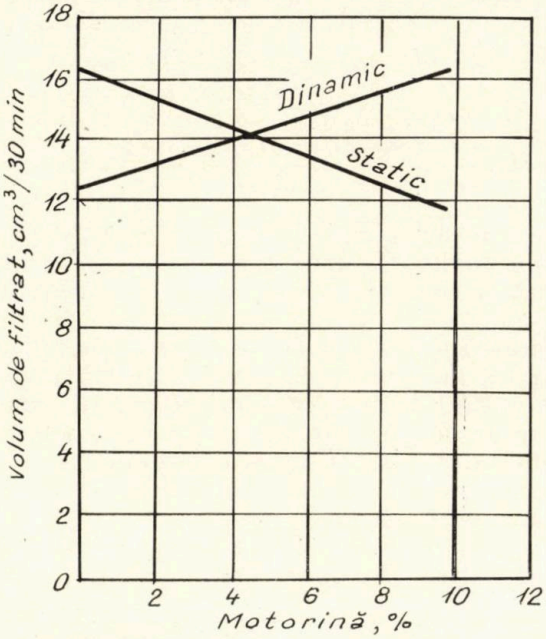


Fig. 10. Filtrarea unui fluid emulsie (după Gray).

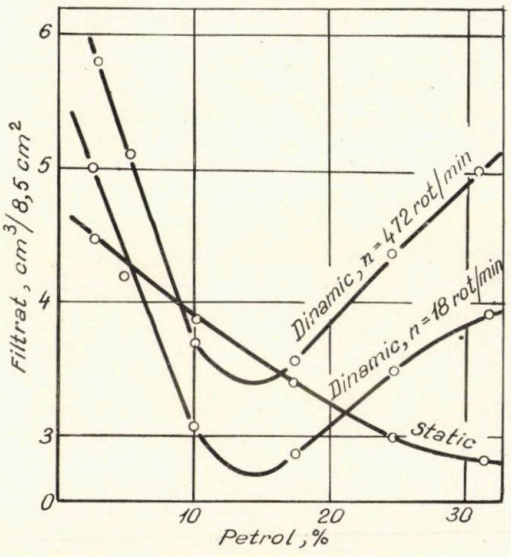


Fig. 11. Filtrarea unui fluid emulsie (după de Lamballerie): Noroi : 20 g/l bentonită ; 2,5 g/l CMC.

concentraţiei în produse petroliere pînă la circa 15% şi a crescut doar la concentraţii superioare acestei valori (fig. 11).

Pentru verificarea acestor rezultate, s-au cercetat mai multe noroaie, tratate anterior cu reactiv alcalin de lignit sau cu fierocrom-lignosulfonat, la diverse concentrații de moto-

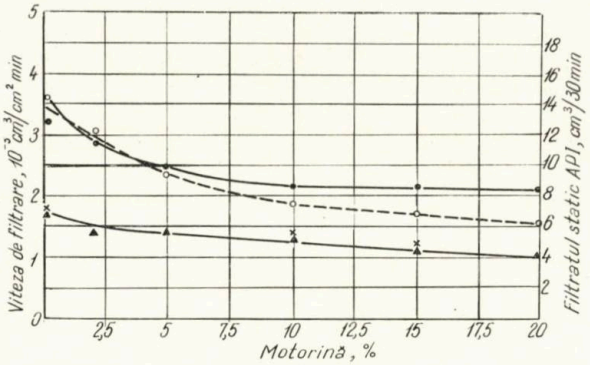


Fig. 12 Filtrarea unui fluid emulsie, studiat în IPGG : —●— viteza de filtrare dinamică, după 2 ore ; —▲— viteza de filtrare statică, după 2 + 3 ore ; —×— viteza de filtrare dinamică după 2 + 3 + 1 ore ; – –●– – filtratul static.

rină. S-au măsurat vitezele de filtrare, după 2 ore de circulație, apoi după 3 ore de filtrare statică și, din nou, după o oră de circulație.

Rezultatele obținute nu confirmă pe cele publicate ; în toate cazurile vitezele de filtrare dinamică au scăzut, deși mai puțin pregnant, decît filtratele statice. La concentrații mari, viteza de filtrare dinamică a rămas, practic, constantă. În figura 12 este prezentat efectul motorinei pentru un noroi inițial cu $\gamma = 1{,}088$ kgf/dm³ și 2% RAL.

S-a mai încercat efectul adaosului de motorină pentru încă două fluide :

TABELA 1

Caracteristici	U/M	Fluidul 1		Fluidul 2	
		–	10% mot.	–	10% mot.
Viscozitatea plastică	cP	3,5	4	6	8,5
Tensiunea dinamică de forfecare	mg/cm²	0	7	5	7
Filtrat la Baroid	cm³/30min.	8	4,5	17,5	10
Viteza de filtrare dinamică, după 2 ore	10³cm³/cm².min	2	1,8	2,8*	2,5*
Viteza de filtrare statică, după 2+3 ore	10³cm³/cm².min	1	0,88	—	—
Viteza de filtrare dinamică, după 2+3+1ore	10³cm³/cm².mi	1,05	0,86	—	—

* după trei ore de circulație.

— într-un fluid cu 20% RAL s-a adăugat 10% motorină (la volumul final de noroi cu RAL) ;

— într-un fluid cu 12 kg/m³ FCLS, s-a adăugat, de asemenea, 10% motorină.

Rezultatele sînt prezentate în tabela 1.

Se presupune că rezultatele sînt influențate de natura și de conținutul de argilă în noroi, de tipul emulgatorului, de natura „uleiului" adăugat etc.

În orice caz, concluziile lui Preston Moore sînt prea severe. Pe lîngă celelalte avantaje certe ale emulsionării noroaielor (creșterea duratei de funcționare a sapei, creșterea vitezelor de avansare în formațiuni ce „mănșonează" sapa, reducerea tendințelor de „prindere" a garniturii etc.), viteza de filtrare dinamică va scădea după cîteva întreruperi ale circulației, chiar dacă mai puțin pregnant decît o indică proba statică. Depunerile statice din timpul întreruperilor circulației, puțin erodabile, vor controla tendințele de variație a vitezelor de filtrare, în continuare. Prevenirea unor dificultăți, verificată în numeroase șantiere petrolifere, confirmă avantajele certe ale noroaielor emulsie.

Concluzii

1. Deși proba statică standard nu reproduce condițiile reale ale filtrării fluidelor de foraj în gaura de sondă, totuși ea oferă indicații asupra tendințelor generale de creștere sau de descreștere a vitezei de filtrare. În plus, filtrarea printr-o turtă depusă doar dinamic are loc numai o mică perioadă de timp, la deschiderea formațiunii. În continuare, filtrarea are loc printr-o turtă depusă parțial dinamic, parțial static (în absența, eventualelor decolmatări sau deranjări mecanice ale turtei).

2. Se subliniază efectul favorabil al fluidizanților asupra vitezei de filtrare dinamică și se recomandă evitarea tratamentelor în exces cu antifiltranți, mai ales atunci cînd există tendința de creștere puternică a viscozității.

3. Se recomandă evitarea reducerii excesive a filtratului static, dacă stabilitatea găurii nu o reclamă, pentru a nu reduce viteza de avansare ; dimpotrivă se recomandă o „liberalizare" a volumului de filtrat, dar care să fie inhibant, prin tratarea noroiului cu substanțe tensioactive.

4. Sînt necesare totuși, cercetări suplimentare cu aparate de filtrare dinamică, singurele în care pot fi obținute informații asupra efectului vitezei de circulație și a proprietăților reologice ale fluidelor de foraj.

BIBLIOGRAFIE

1. Eckel, J.R. În : Drill. and Prod. Prac., API, 1954.
2. Eckel, J.R. În : Trans. AIME, **240**, 1967, p. 541.
3. Horner, V. ș.a. În : Trans. AIME, **210**, 1957, p. 183.
4. Cunningham, R. A. și Eenink, J. K. În : Trans. AIME, **216**, 1959, p. 9.
5. Evans, W. M. În : Oil and Gas Journal, **62**, 21 (25 mai), 1964, p. 135.
6. Lawhon, Ch. ș.a. În : Trans. AIME, **240**, 1967, p. 688.
7. Lawhon, Ch. ș.a. În : Trans. AIME, **240**, 1967, p. 943.
8. Young, F. S. Jr. și Gray, K. E. În : J. Petr. Tech., **XXII**, 7, 1970, p. 882.
9. Lingen, van, H. N. În : J. Petr. Tech., **XIV**, 2, 1962, p. 187.
10. Darley, H. C. H. În : J. Petr. Tech., **XVII**, 4, 1965, p. 465.

11. Macovei, N. Teză de doctorat I.P.G.G., București, 1971.
12. Mamadjanov, U. D. În: Azerb. Neft. Hoz, nr. 2, 1961, p. 19.
13. Mamadjanov, U. D. În: Neft. hoz, nr. 6, 1960, p. 45.
14. Nomikosov, I. P. În: Neft. hoz, nr. 9, 1962, p. 10.
15. Krueger, R. F. În: J. Petr. Tech., **XV**, 1, 1963, p. 90.
16. Kister, E. G. În: Neft. hoz, nr. 11, 1961, p. 18.
17. Bezemer, C. și Havenaar, I. În: Trans. AIME, **239**, 1966, p. 292.
18. Lamballerie, G. de În: Révue de l'Institut Français du Petrole, **11**, 1968, p. 1 447.
19. Ferguson, C. K. și Klotz, J. K. În: Trans. AIME, **201**, 1954, p. 29.
20. Moore, P. L. În: Oil and Gas J., **63**, 39 (27 sept.) 1965.

AL 41-LEA TÎRG INTERNAȚIONAL DE LA POZNAN — POLONIA

Între 11—20 iunie a.c, la Poznan se vor reuni firme expozante din 40 de țări, reprezentînd patru continente. Vor fi prezente aproape toate țările europene, Republica Populară Chineză, S.U.A, Japonia, India ș.a.

Tîrgul Internațional de la Poznan își va menține caracterul de tîrg de eșantioane, dar 80% din suprafața expoziției va fi alocată bunurilor de investiție și de consum permanent.

Suprafața totală a tîrgului va fi de 337 000 m². Terenurile de expunere cuprind 137 000 m², din care 54 % va fi ocupată de expozanții străini, restul fiind destinat industriei Republicii Populare Polonia.

Adsorbţia parafinei din uleiurile albe pe cărbune activ

M. Ilea şi G. A. Rădulescu

Uleiurile rafinate pînă la decolorare completă, denumite uleiuri albe, au diverse întrebuinţări în medicină, cosmetică, industria alimentară şi cea petrochimică. Condiţia primordială este aceea de a nu fi toxice pentru organismul uman, respectiv să nu conţină hidrocarburi aromatice, cancerigene. O altă caracteristică, greu de îndeplinit, este realizarea unei temperaturi de congelare coborîte, necesară mai ales uleiurilor destinate industriei petrochimice.

Pentru îndepărtarea hidrocarburilor aromatice, procesul tehnologic de fabricare prevede o rafinare intensă cu oleum, precedată de o extracţie cu solvenţi selectivi. Pentru obţinerea unor temperaturi joase de congelare se practică deparafinarea cu solvenţi la temperaturi scăzute. Aceasta este necesară chiar în cazul unor uleiuri naftenice cu conţinut mic de parafină (0,2—0,3%), deoarece prin rafinare intensă aceasta se concentrează şi poate atinge proporţii de 1,5—2%, corespunzătoare unei temperaturi de congelare în jur de 0°C.

În articol se examinează eliminarea parafinei prin adsorbţie pe cărbune activ la temperatura ambiantă. Cercetările s-au efectuat atît pentru uleiurile albe naftenice, cît şi pentru cele parafinoase.

I. MATERII PRIME

1. Cărbune

S-a folosit un cărbune activ cu o suprafaţă specifică mare (988 m^2/g). Acesta se obţine industrial dintr-un amestec de mangal, gudron de lemn şi o soluţie de KOH, prin activare cu abur la temperaturi înalte. Cărbunele s-a impregnat cu o soluţie de sare metalică, în scopul formării unor centre fin dispersate pe suprafaţa sa. Din date bibliografice reiese că proporţii mici de metale pot modifica adsorbţia unor substanţe pe cărbune activ [4, 5, 9]. Dacă această proporţie este prea mare, se reduce din suprafaţa adsorbantă a cărbunelui şi efectul impregnării devine negativ.

2. Uleiuri albe deparafinate

Pentru efectuarea studiului s-au preparat uleiuri albe de natură naftenică şi parafinoasă, din care s-a eliminat parafina solidă prin deparafinare cu solvenţi şi complexare cu uree. Aceste uleiuri s-au notat cu indicativul UND (ulei alb naftenic, deparafinat) şi UPD (ulei alb parafinos, deparafinat), urmat de o cifră care reprezintă viscozitatea uleiului la 50°C, exprimată în cSt. S-au preparat astfel uleiurile prezentate în tabela 1.

TABELA 1

Uleiuri albe deparafinate

Uleiuri deparafinate	Viscozitate la 50°C, cSt	Temperatură de congelare, °C
Uleiuri naftenice		
UND 47	47	—30
UND 39	39	—35
UND 22	22	—40
UND 15	15	—44
Uleiuri parafinoase		
UPD 39	39	—23
UPD 22	22	—25
UPD 16	16	—26

II. ASPECTE TERMODINAMICE

A. Căldura de imersie

Deoarece adsorbţia parafinelor pe cărbune nu este tratată în literatura de specialitate, în lucrarea de faţă s-a studiat termodinamica procesului. În acest scop uleiul alb s-a considerat ca o soluţie de parafină într-un solvent, examinîndu-se fenomenele de la interfaţa solid-lichid ca pentru adsorbţia din soluţie.

Interfaţa lichid-lichid este bine cunoscută, datorită faptului că energiile care intervin sînt direct măsurabile. În cazul fenomenelor de suprafaţă solid-lichid, sînt însă necesare metode indirecte pentru calcularea acestor energii. Deoarece adsorbţia este un fenomen exoterm, s-a căutat corelarea adsorbţiei din soluţie cu căldura degajată prin imersie, a cărei valoare este relativ uşor de determinat dacă se respectă anumite condiţii de lucru [6, 7].

Cu ajutorul căldurii de imersie se pot obţine unele date termodinamice importante, ca de exemplu energia superficială liberă, energia de adezivitate, entropia superficială.

Căldura de imersie s-a studiat mult în ultimii ani, mai ales pentru substanţe pure, literatura de specialitate furnizînd numai indicaţii rare despre solvenţii constituiţi din doi componenţi. Sisteme multicomponente ca uleiul şi parafina nu au fost de loc studiate.

Determinarea căldurii de imersie s-a efectuat într-un calorimetru de construcţie proprie [6, 8], diferit de cele cunoscute din literatura de specialitate datorită necesităţii de a folosi o proporţie mare de cărbune, şi anume 0,2 părţi pentru o parte soluţie, faţă de 0,01—0,02 părţi, cît este uzual în operaţiile obişnuite de imersie. Proporţia folosită în lucrare corespunde cantităţii maxime de cărbune necesară eliminării parafinei din uleiurile albe.

Pentru a măsura adsorbţia parafinelor s-a determinat în prealabil căldura de imersie în uleiurile lipsite de parafină prezentate în tabela 1. În figura 1 se arată variaţia căldurii de imersie în funcţie de viscozitatea uleiurilor naftenice şi parafinoase examinate.

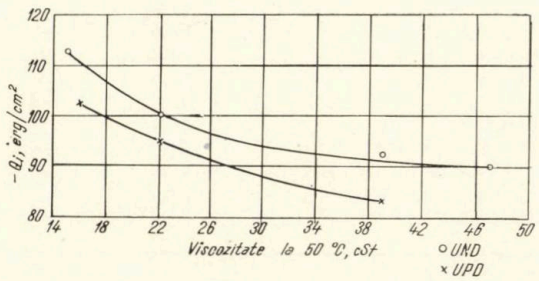


Fig. 1. Variaţia căldurii de imersie a cărbunelui în uleiul alb naftenic şi în cel parafinos, deparafinate în funcţie de viscozitatea uleiului.

După cum se vede din figura 1 în seria naftenică se obţin călduri de imersie mai ridicate decît în cea parafinoasă. Se observă, de asemenea, că în uleiurile cu viscozitate mai mică rezultă o căldură de imersie mai mare deoarece se realizează o umectare mai bună, ceea ce este normal.

B. Energia superficială liberă şi totală

Din datele experimentale obţinute la imersia cărbunelui în seriile de uleiuri naftenice şi parafinoase deparafinate (UND şi UPD), s-a calculat energia superficială liberă şi totală a cărbunelui cu ajutorul relaţiilor cunoscute redate mai jos.

Energia superficială liberă, γ_S^d s-a calculat din relaţia [1, 2]:

$$-Q_{i(SL)} = \gamma_L - 2\sqrt{\gamma_L^d \gamma_S^d}, \qquad (1)$$

în care:

$Q_{i(SL)}$ este căldura de imersie a solidului în lichid;
γ_L — tensiunea superficială a lichidului;
γ_L^d — componenta forţelor de dispersie a energiei superficiale libere a lichidului.

Energia superficială totală, e_S este dată de relaţia [3]:

$$e_S = \frac{[e_L - Q_{i(SL)}]^2}{4\, e_L\, \Phi^2}, \qquad (2)$$

în care:

e_L este energia superficială a lichidului;

$$\Phi = \frac{\gamma_S + \gamma_L - \gamma_{SL}}{2\sqrt{\gamma_S \cdot \gamma_L}},$$

unde:

γ_s este tensiunea superficială a solidului;
$\varnothing$ putînd fi considerat egal cu unitatea pentru unele sisteme solid-lichid.

Aceste rezultate sînt prezentate în tabela 2.

TABELA 2

Energia superficială liberă şi totală a cărbunelui în funcţie de viscozitatea uleiului de imersie

Viscozitatea uleiului, cSt la 50°C	Tensiunea superficială ulei, γ_L, erg/cm²	Energia superficială, erg/cm²	
		liberă, γ_S	totală e_S
Uleiuri naftenice			
UND 47	32,6	24,8	115,8
UND 39	32,4	28,1	121,0
UND 22	31,9	36,2	134,8
UND 15	31,3	52,8	163,8
Uleiuri parafinoase			
UPD 39	32	20,7	140,4
UPD 22	31,8	31,4	126,1
UPD 16	32	38,4	140,8

Din aceste date se desprind următoarele concluzii:

Energia superficială liberă, care după cum se ştie dirijează procesul de adsorbţie [8], este mai mare în seria naftenică decît în cea parafinoasă. Rezultă deci că uleiurile naftenice constituie un mediu (cu rol de solvent) mai bun pentru procesul de adsorbţie al parafinelor.

În cazul uleiurilor examinate, tensiunile superficiale fiind practic egale, căldura de imersie mare înseamnă energie superficială mare.

Energia superficială totală ar trebui să fie practic egală în toate cazurile; se constată însă că ea scade sensibil la uleiurile grele, ceea ce înseamnă că acestea nu reuşesc să ude toată suprafaţa cărbunelui.

C. Energia de adezivitate şi entropie superficială

Căldura de imersie poate furniza şi alte date termodinamice utile în afara energiilor superficiale ale solidului. Astfel, cu ajutorul căldurii de imersie se poate calcula energia de adezivitate solid-lichid [10].

Prin energie de adezivitate $e_{A(SL)}$ se înţelege creşterea energiei interne survenite la separarea lichidului L de solidul S la interfaţa unităţii de suprafaţă şi este deci:

$$e_{A(SL)} = e_L + (e_S - e_{SL}), \text{ adică:}$$
$$e_{A(SL)} = e_L - Q_{i(SL)},$$

în care:

e_L este energia superficială a lichidului;
$Q_{i(SL)}$ — căldura de imersie a solidului în lichid.

Deci, pentru obținerea energiei de adezivitate, este nevoie de căldura de imersie și de energia superficială a lichidului.

Entropia superficială σ este dată de:

$$\sigma = \frac{e_S - \gamma_S}{T},$$

în care:

γ_S este energia superficială liberă;
e_S — energia totală superficială;
T — temperatura, °K.

În tabela 3 se prezintă valorile energiei de adezivitate și ale entropiei superficiale în seria de uleiuri naftenice și parafinoase examinate.

TABELA 3

Energia de adezivitate și entropia superficială la imersia cărbunelui în diferite uleiuri deparafinate

	$e_{A(SL)}$, erg/cm²	σ, erg/grad/cm²
Uleiuri naftenice		
UND 47	122,6	0,306
UND 39	125,4	0,311
UND 22	131,9	0,342
UND 15	143,3	0,372
Uleiuri parafinoase		
UPD 39	115,6	0,247
UPD 22	126,8	0,317
UPD 16	134,0	0,344

Se constată că adezivitatea pe cărbune este mai mare la uleiurile naftenice și că ea descrește o dată cu mărirea viscozității. Entropia superficială variază în același sens.

III. ADSORBȚIA PARAFINELOR INTRODUSE ÎN ULEIURILE DEPARAFINATE

1. Căldura de imersie și de adsorbție

În uleiurile naftenice și parafinoase deparafinate (seriile UND și UPD) s-au introdus cantități cunoscute de parafină, pentru a studia adsorbția parafinei din soluție pe cărbune activ.

Parafina introdusă în uleiurile deparafinate a fost obținută dintr-un ulei naftenic și dintr-un gaci de ulei parafinos. Adsorbția acestor parafine s-a examinat prin determinarea căldurii de imersie a cărbunelui în uleiul cu și fără parafină, diferența fiind căldura netă de adsorbție [7]. În tabela 4, unde se prezintă rezultatele pentru seria de uleiuri naftenice și parafinice examinate, s-a notat cu PC parafina provenită din ulei naftenic (structură ciclanică predominantă) și cu PA cea cu structură alcanică obținută dintr-un ulei parafinos. După cum se constată în toate cazurile, adsorbția parafinei ciclanice este mai puternică decît a celei alcanice.

TABELA 4

Adsorbția pe cărbune a parafinelor PC și PA dizolvate în diferite uleiuri deparafinate

Uleiurile cu adaos de parafine	$-Q_i$, erg/cm²	Căldura netă de adsorbție a parafinei, erg/cm²
Uleiuri naftenice		
UND 47	90,0	—
UND 47+1% PC	79,8	10,2
UND 47+1% PA	85,0	5
UND 39	93,0	—
UND 39+1% PC	81,0	12
UND 39+1% PA	87,0	6
UND 22	100,0	—
UND 22+1% PC	84,0	16
UND 22+1% PA	92,0	8
UND 15	112,0	—
UND 15+1% PC	95,0	17
UND 15+1% PA	103,5	8,5
Uleiuri parafinoase		
UPD 39	83,6	—
UPD 39+1% PC	79,2	4,4
UPD 39+1% PA	81,8	1,8
UPD 22	95,0	—
UPD 22+1% PC	85,1	9,9
UPD 22+1% PA	91,0	4,0
UPD 16	102,0	—
UPD 16+1% PC	89,5	12,5
UPD 16+1% PA	97,0	5,0

Variația căldurii nete de adsorbție a acestor parafine în funcție de viscozitatea uleiului în care sînt dizolvate este redată în figura 2. Se observă că această variație este liniară în toate cazurile. De asemenea, se evidențiază faptul că uleiul naftenic este un solvent mai bun (conduce la călduri nete de adsorbție mai mari).

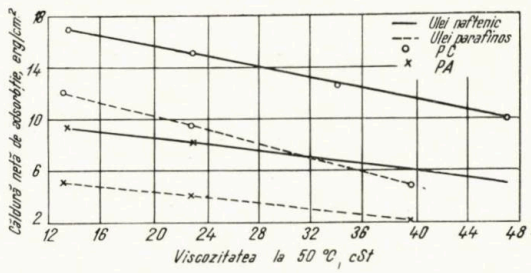


Fig. 2. Variația căldurii de adsorbție a parafinelor *PC* și *PA*, în funcție de viscozitatea uleiului în care se dizolvă.

2. Parametrii căldurii de imersie și de adsorbție

Proporția de parafină dizolvată. Pentru a putea determina variația căldurii nete de adsorbție cu proporția de parafină PC și PA dizolvată în ulei, s-a determinat căldura de imersie a cărbunelui în uleiurile UND 47 și UPD 22 ca atare și în uleiurile cu 0,5 și 1% PC, respectiv PA dizolvată. În figura 3 este reprezentată variația căldurii de imersie, iar în figura 4, variația căldurii nete de adsorbție în funcție de cantitatea de parafină dizolvată.

După cum se constată din aceste date, mărirea proporției de parafină produce scăderea căldurii de imersie și creșterea căldurii de adsorbție. În toate cazurile efectul este mai accentuat la parafina PC decît la parafina PA.

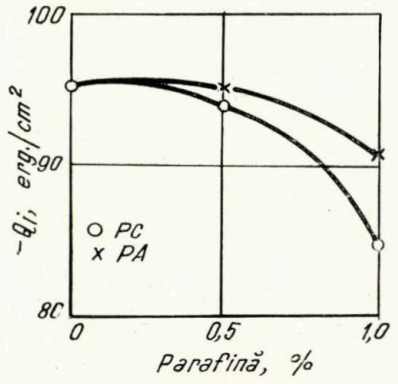


Fig. 3. Variația căldurii de imersie cu cantitatea de parafină dizolvată în UPD 22.

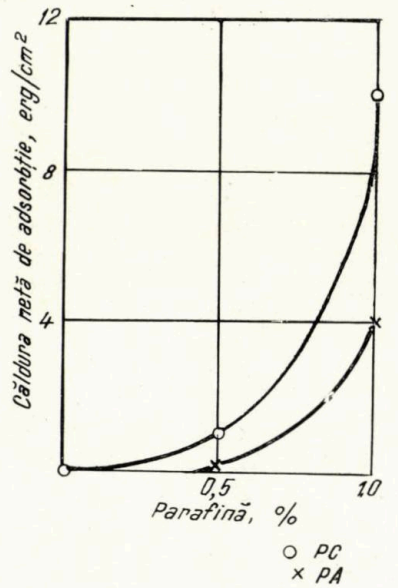


Fig. 4. Variația căldurii nete de adsorbție cu cantitatea de parafină dizolvată în UPD 22.

Temperatura. Efectul temperaturii s-a examinat prin determinarea căldurii de imersie a cărbunelui în ulei UND 47 cu și fără adaos de parafină PC, la 25, la 30 și la 35°C. În figura 5 se prezintă aceste rezultate. Variația căldurii de imersie cu temperatura nu este liniară, ca în cazul hidrocarburilor pure [7], deoarece nu este udată întreaga suprafață a cărbunelui. Căldura netă de adsorbție scade cu creșterea temperaturii, ceea ce indică net că practic adsorbția nu mai are loc la temperaturi de peste 35°C.

Proporția de cărbune. În operația de deparafinare, stabilirea proporției optime de cărbune pentru adsorbția necesară de parafină este un factor determinant. Pentru a examina evoluția adsorbției în funcție de proporția de cărbune, s-au determinat căldurile de imersie pentru 0,05, pentru 0,1 și 0,2 părți cărbune la o parte ulei UND 47, cu și fără adaos de parafină.

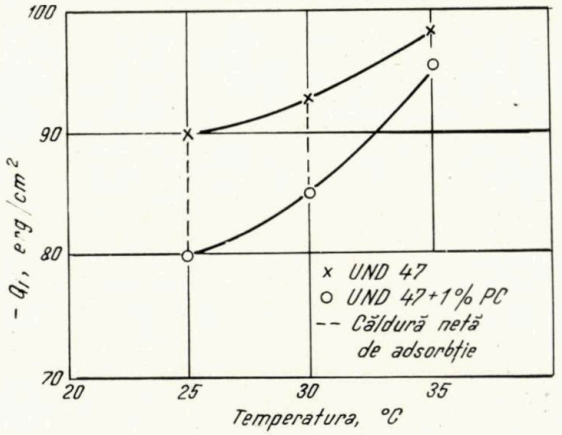


Fig. 5. Variația căldurii de imersie a cărbunelui în UND 47 și în UND 47 + 1% PC, în funcție de temperatură.

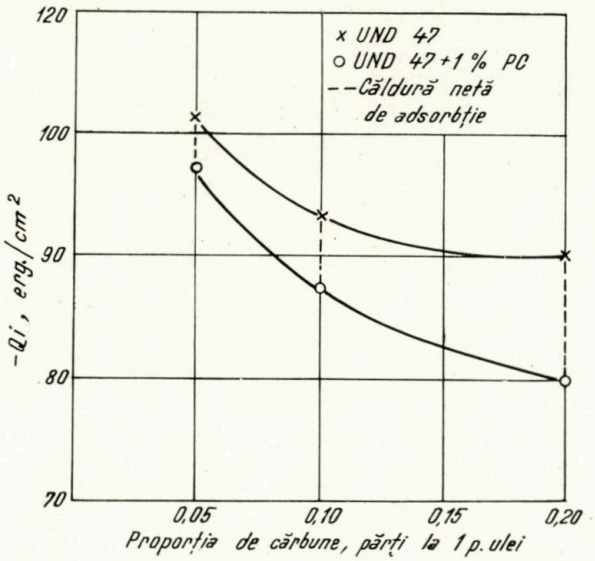


Fig. 6. Variația căldurii de imersie a cărbunelui în UND 47 și UND 47 + 1% PC, în funcție de proporția de cărbune.

Rezultatele sînt redate în figura 6, în care se poate urmări variația căldurii de imersie, precum și a căldurii nete de adsorbție. Se verifică deci faptul că este preferabil să se facă adsorbția cu proporții mici succesive de cărbune, deoarece prin dublarea proporției de cărbune adsorbția nu se dublează. De exemplu, pentru 0,05 părți cărbune, căldura netă de adsorbție este 3,8 erg/cm², iar pentru 0,1 părți este numai 5,8 erg/cm².

Granulația cărbunelui. Deoarece mărimea particulei de cărbune are un rol important în filtrare, s-a experimentat adsorbția pe următoarele granulații: sub 0,10 mm; 0,10—0,25

mm; 0,25—0,5 mm. Aceste granulaţii de cărbune, introduse în proporţie de 0,2 părţi într-o parte ulei UND 47, cu şi fără parafină, au degajat căldurile de imersie arătate în tabela 5. Se observă că adsorbţia este cu atît

TABELA 5

Variaţia căldurii de imersie în ulei UND 47 în funcţie de granulaţia cărbunelui

Granulaţia de cărbune, mm	Căldura de imersie — Q_i, erg/cm²	Căldura netă de adsorbţie, erg/cm²
Ulei ca atare		
sub 0,10	85	—
0,10—0,25	90	—
0,25—0,50	107	—
Ulei cu 1% PC		
sub 0,10	73,5	11,5
0,10—0,25	79,8	10,2
0,25—0,50	98,0	9,0

mai intensă cu cît diametrul particulei de cărbune este mai mic. Diferenţa nu este însă apreciabilă, deci se poate alege granulaţia potrivită unei viteze de filtrare convenabile.

3. Energia superficială liberă şi totală

Cu datele experimentale obţinute la adsorbţia parafinelor PC şi PA dizolvate în seria de uleiuri naftenice şi parafinoase deparafinate (UND şi UPD) s-a calculat energia superficială liberă şi totală a cărbunelui (tabela 6).

TABELA 6

Energia superficială liberă şi totală a cărbunelui la adsorbţia parafinelor PC şi PA din uleiuri

Uleiurile cu adaos de parafine	γ_S, erg/cm²	e_S, erg/cm²
Uleiuri naftenice		
UND 47	24,8	115,8
UND 47+1% PC	17,1	96,8
UND 47+1% PA	20,8	106,0
UND 39	28,1	121,0
UND 39+1% PC	19,5	99,2
UND 39+1% PA	25,2	109,0
UND 22	36,2	134,8
UND 22+1% PC	20,5	105,2
UND 22+1% PA	27,2	118,6
UND 15	52,8	163,8
UND 15+1% PC	31,4	127,4
UND 15+1% PA	40,2	145,1
Uleiuri parafinoase		
UPD 39	20,7	104,4
UPD 39+1% PC	17,4	96,6
UPD 39+1% PA	19,1	101,1
UPD 22	31,4	126,1
UPD 22+1% PC	22,2	107,4
UPD 22+1% PA	27,6	118,0
UPD 16	38,4	140,8
UPD 16+1% PC	25,8	115,3
UPD 16+1% PA	33,5	129,2

În toate cazurile examinate valorile energiei superficiale libere şi totale sînt mai mici la adsorbţia parafinei PC, ceea ce confirmă adsorbţia mai intensă a acesteia decît a parafinei PA.

IV. CONCLUZII

— Adsorbţia parafinelor pe cărbune din ulei alb naftenic este mai intensă decît din ulei alb parafinos. Această comportare se verifică prin unele valori termodinamice mai mari obţinute la imersia cărbunelui în ulei naftenic, faţă de rezultatele la imersia în ulei parafinos (căldura de imersie, energia superficială liberă, energia de adezivitate, entropia superficială). De asemenea, adsorbţia parafinelor din uleiurile naftenice conduce la călduri nete de adsorbţie mai ridicate decît în cazul uleiurilor parafinoase.

— Adsorbţia parafinelor dizolvate în uleiuri este favorizată de o viscozitate mai mică a acestora, deoarece se realizează o umectare mai bună a cărbunelui. Rezultă astfel o căldură de imersie mai mare decît la imersia în uleiuri grele şi valori mai mari pentru energia superficială liberă şi totală a cărbunelui, precum şi pentru energia de adezivitate şi entropia superficială. Căldura netă de adsorbţie a parafinelor este cu atît mai mare cu cît uleiul în care sînt dizolvate are o viscozitate mai mică.

— Indiferent de natura uleiului, care are rolul de solvent, adsorbţia parafinei PC (de natură ciclanică) este mai intensă decît a parafinei PA (de natură alcanică) pe cărbunele studiat. La adsorbţia parafinei PC rezultă astfel o energie superficială şi totală mai mică, în timp ce căldura netă de adsorbţie este mai mare decît în cazul parafinei PA.

— Adsorbţia pe cărbune a parafinei din uleiurile albe este maximă la temperaturi între 20 şi 30°C.

BIBLIOGRAFIE

1. Fowkes, F. M. În: J. Phys. Chem., **67**, 1963, p. 2 538.
2. Fowkes, F. M. În: Ind. Eng. Chem., **56**, 1964, p. 40.
3. Girifalco, L. A., Kraus, G. şi Good, R. J. În: J. Phys. Chem., **62**, 1958, p. 1 418.
4. Harkins, W. D. The Physical Chemistry of Surface Films, Reinhold, New York, 1952.
5. Hassler, J. W. Activated Carbon, Chemical Publ. Co., New York, 1963.
6. Ilea, M. Teză de doctorat. Institutul de petrol, gaze şi geologie, Bucureşti, 1968.
7. Ilea, M. şi Rădulescu, G. A. În: Petrol şi gaze, **22**, nr. 7, 1971, p. 415.
8. Rădulescu, G. A., Raşeev, S. şi Ilea, M. În: Petrol şi gaze, **21**, nr. 11, 1970, p. 666.
9. Young, G. J. şi Bursh, T. P. În: Coll. Sci., **15**, 1960, p. 361.
10. Zettlemoyer, A. C. În: Ind. Eng. Chem., **57**, 1963, p. 27.

Asupra raţiei de absorbant în absorbţia multicomponent

C. Taran

Ca proces de separare, absorbţia a căpătat o foarte largă întrebuinţare în tehnologia obţinerii de componenţi puri, atît din gazele asociate cu ţiţeiul, cît mai cu seamă din gazele rezultate la prelucrarea destructivă a fracţiunilor de ţiţei şi gaze. Absorbţia este adoptată cu deosebire atunci cînd gazul bogat (materia primă) este disponibil la presiune ridicată sau atunci cînd comprimarea acestuia nu pune probleme deosebite de ordin tehnico-economic. În ceea ce priveşte însă compoziţia gazului bogat, se pare că aplicabilitatea absorbţiei este limitată de conţinutul în componentele ce urmează a fi reţinute. Prelucrarea unei materii prime mai sărace în componenţi grei conduce la obţinerea unui absorbit mai bogat în componenţi uşori, ceea ce înseamnă o selectivitate a separării mai scăzută. După desorbţie, amestecul rezultat condensează mai greu şi o importantă parte din componenţii grei vor pleca din sistem necondensaţi, din care cauză randamentul în fracţiune lichidă obţinută va fi scăzut. Prelucrarea unei materii prime mai bogate permite realizarea unei separări mai selective şi a unui randament mai bun. De aceea în alegerea procesului de separare adecvat unei materii prime date se are în vedere şi acest aspect. Sînt însă mulţi factori care trebuie luaţi în considerare atunci cînd se compară absorbţia cu alte procese de separare, dar factorul care grevează cel mai mult procesul de absorbţie este raţia de absorbant. Pentru un anume grad de absorbţie dat componentului de referinţă, raţia de absorbant depinde nu numai de temperatură, presiune şi număr de echilibre [1, 2] ci, după cum se va vedea mai departe, şi de compoziţia materiei prime.

Variabilele implicate în relaţiile fundamentale ale procesului de absorbţie în sistem multicomponent sînt :

P — presiunea de operare ;
t — temperatura de operare în coloana de absorbţie ;
Y_{oi} — concentraţia componentului i în gazul bogat (materie primă), în fracţii molare ;
K_i — constanta de echilibru a componentului i la temperatura şi presiunea de operare ;
K_c — constanta de echilibru a componentului-cheie la temperatura şi presiunea de operare ;
φ_i — gradul de absorbţie al componentului i ;
φ_c — gradul de absorbţie al componentului-cheie ;
p — numărul de echilibre teoretice în coloana de absorbţie ;
α_i — volatilitatea relativă a componentului i în raport cu componentul-cheie ;
A_i — factorul de absorbţie al componentului i ;
A_c — factorul de absorbţie al componentului-cheie ;
V_b — cantitatea de gaz bogat, kmoli/h ;
V_s — cantitatea de gaz sărac, kmoli/h ;
V_a — cantitatea de gaz absorbit, kmoli/h ;
L_s — cantitatea de absorbant, kmoli/h.

Relaţia fundamentală a absorbţiei [1,2] leagă aceste variabile sub forma ecuaţiilor :

$$\varphi_i = \frac{A_i^{p+1} - A_i}{A_i^{p+1} - 1} \tag{1}$$

$$A_i = \frac{L_s + V_a}{V_b K_i} \tag{2}$$

Ecuaţia (2) poate fi scrisă pentru componentul-cheie (component de referinţă) în condiţiile de la baza coloanei de adsorbţie astfel :

$$A_c = \frac{L_s + V_a}{V_b K_c} \tag{3}$$

Pentru procesul de separare prin absorbţie continuu şi în contracurent, în ipoteza că raportul molar al fluxurilor de vapori şi lichid este constant în orice punct al sistemului [1], rezultă relaţia :

$$A_c K_c = A_i K_i, \tag{4}$$

de unde :

$$A_i = A_c \frac{K_c}{K_i} \tag{5}$$

Este obişnuit ca volatilitatea relativă să fie exprimată sub forma :

$$\alpha_i = \frac{K_i}{K_c} \tag{6}$$

Combinînd ecuaţiile (1), (5) şi (6) se obţine relaţia :

$$\varphi_i = \frac{\dfrac{A_c^{p+1}}{a_i} - \dfrac{A_c}{\alpha_i}}{\dfrac{A_c^{p+1}}{\alpha_i} - 1} \qquad (7)$$

Numărul de moli de gaz absorbit este exprimat prin relaţia :

$$V_a = \sum_{i=1}^{i=n} V_b \, Y_{oi} \, \varphi_i . \qquad (8)$$

Combinînd ecuaţiile (2), (3) şi (8) se obţine o relaţie de absorbţie de forma :

$$\frac{L_s}{V_b} = A_c \, K_c - \sum_{i=1}^{i=n} Y_{oi} \, \varphi_i . \qquad (9)$$

Această relaţie exprimă dependenţa raţiei de absorbant de toate celelalte variabile care controlează procesul de absorbţie.

În mod obişnuit, gradul de absorbţie pentru componentul-cheie, ca şi numărul de echilibre teoretice, se fixează pe considerente de ordin economic. Totodată, practica arată că valoarea optimă a temperaturii de operare în coloana de absorbţie trebuie să fie apropiată de aceea a mediului ambiant. Evident, temperaturi mai scăzute sînt de preferat, dar realizarea lor implică investiţii suplimentare cerute de sistemul de răcire adecvat. În mod analog, fixarea presiunii de operare comportă raţionamente de acelaşi ordin atunci cînd gazul bogat este disponibil la presiuni mici.

Dacă se fixează numărul de echilibre p şi gradul de absorbţie φ_c pentru un component de referinţă (component-cheie), factorul de absorbţie A_c este determinat prin ecuaţia (1). Fixarea temperaturii şi presiunii de operare determină valoarea constantelor de echilibru K_i, inclusiv K_c, şi, prin ecuaţiile (6) şi (7), pe aceea a lui φ_i. În aceste condiţii raţia de absorbant L_s/V_b potrivit cu ecuaţia (9) rămîne dependentă numai de concentraţia componenţilor Y_{oi}. Pe baza acestei relaţii este prezentat în cele ce urmează un exemplu de calcul luînd în considerare trei tipuri reprezentative de gaze de schele [3], caracterizate prin compoziţia lor ca „bogat", „intermediar" şi „sărac", aşa cum sînt arătate în tabela 1. Exemplul permite observarea modului în care variază raţia de absorbant atunci cînd se modifică atît compoziţia gazului cît şi presiunea de operare.

Condiţiile principale de operare sînt ;

— temperatura de operare $t = 40°C$;

— numărul de echilibre $p = 10$;

— gradul de absorbţie pentru propan $\varphi_c = 0{,}9$.

TABELA 1

Compoziţia a trei gaze de schele reprezentative

Compoziţie	(Bogat), % mol	(Intermediar), % mol	(Sărac), % mol
C_1	75,5	85,5	92,00
C_2	8,5	8,6	5,60
C_3	8,0	3,53	1,70
C_4	5,0	1,57	0,35
C_5	2,2	0,46	0,18
C_6	0,8	0,34	0,17
	100,0	100,00	100,00

Pe baza acestor date s-a calculat şi s-a reprezentat grafic, potrivit cu ecuaţia (9), raţia de absorbant la diferite presiuni pentru fiecare din tipul de gaz ales. Imaginea din figura 1

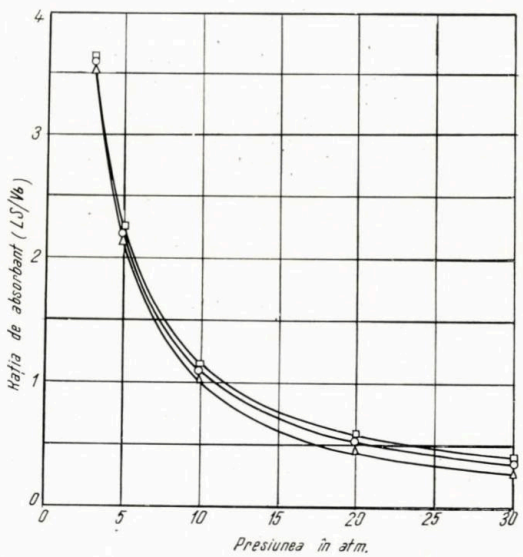


Fig. 1. Variaţia raţiei de absorbant cu presiunea de operare, după ecuaţia 9 :

△ — gazul bogat ; ⊙ — gazul intermediar ; ⊡ — gazul sărac.

arată, la o analiză mai sumară, că modificarea raţiei de absorbant cu presiunea nu se deosebeşte mult de la un gaz la altul. Suma din membrul doi al ecuaţiei (9) este aceea care afectează raţia de absorbant şi, aşa cum era de aşteptat, curba corespunzătoare gazelor mai bogate se situează la ordonate mai mici decît aceea corespunzătoare gazului sărac. Examinate însă comparativ aceste trei reprezentări scot în evidenţă mult mai pregnant influenţa concentraţiilor Y_{oi} asupra raţiei de absorbant.

Dacă se raportează raţia de absorbant corespunzătoare gazului sărac şi intermediar la

aceea a gazului bogat (tabela 2), se obţine imaginea din figura 2. Se observă de aici că, pe măsură ce presiunea creşte, raţia de absorbant cerută de gazul sărac se distanţează de aceea corespunzătoare gazului bogat. Pentru exemplul luat aici se vede că gazul sărac necesită, comparativ cu gazul bogat, la 10 atm, o raţie de absorbant cu 13% mai mare, iar la 30 atm, cu 46% mai mare.

Această comportare constituie un argument serios în defavoarea absorbţiei, atunci cînd este luată în considerare la prelucrarea gazelor mai sărace de schele sau de rafinărie.

TABELA 2

Raportul raţiilor \ Presiunea, atm	3	5	10	20	30
(L_s/V_b) intermediar	1,025	1,04	1,09	1,200	1,325
(L_s/V_b) bogat					
(L_s/V_b) sărac	1,040	1,06	1,13	1,295	1,460
(L_s/V_b) bogat					

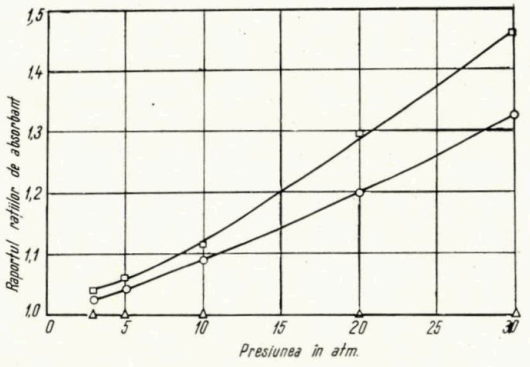
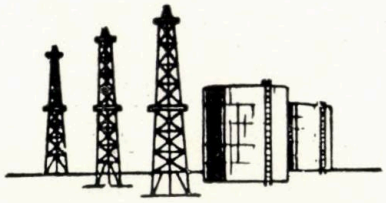


Fig. 2. Raportul raţiilor de absorbant în funcţie de presiune : △ – gazul bogat ; ○ – gazul intermediar ; ⊡ – gazul sărac.

BIBLIOGRAFIE

1. Donell, J. W. şi Kenneth Turpin, În : Chem. Eng., **58**, 1951, p. 112.
2. Katz, D. L. Handbook of Natural Gas Engineering, Mc Graw-Hill, New York, 1960.
3. Drăgotescu, N. D., Ghiliceanu, M., Onicea-nu, V. şi Vasilache, V. Transportul pe conducte al ţiţeiului şi gazelor şi produselor petroliere, Ed. tehnică, Bucureşti, 1961.
4. Fenske, M. R. Technical Data Book — Petroleum Refining. Amer. Petr. Inst., New York, 1966.



Programarea liniară a amestecurilor de produse petroliere din rafinării.

II. Proprietăţile amestecurilor de produse petroliere.

G. Auslander

Modelele matematice propuse pînă în prezent pentru programarea amestecurilor de produse petroliere se bazează pe relaţia de aditivitate liniară :

$$L = x_1L_1 + x_2L_2 + \ldots + x_nL_n, \quad (1)$$

în care :

L este proprietatea amestecului ;

L_1, L_2, ..., L_n — proprietatea componenţilor 1, 2, ..., n ;

x_1, x_2, ..., x_n fracţiunea componenţilor 1, 2, ..., n, în amestec.

Folosirea unor asemenea ecuaţii în modelele de programare propuse de numeroşi autori [1—6], pentru proprietăţi ca cifra octanică şi volatilitatea, permit rezolvarea numerică a problemelor, dar face imposibilă aplicarea practică a metodei, deoarece amestecurile obţinute pe baza unor relaţii de forma ecuaţiei (1), în general, nu sînt conforme cu specificaţiile scontate.

Cea de-a doua metodă, folosită mai rar în lucrările de programare publicate pînă în prezent [7], dar aplicată deseori ca mijloc de estimare a proprietăţilor unor amestecuri multicomponente se exprimă prin relaţia :

$$f(L) = x_1 f(L_1) + x_2 f(L_2) + \ldots + x_n(L_n), \quad (2)$$

unde $f(L)$, $f(L_1)$ $f(L_2)$ ... $f(L_n)$ sînt funcţii de L, respectiv L_1, L_2, ... L_n. Ecuaţia (2) exprimată în cuvinte înseamnă : „există o funcţie f de proprietatea L care este aditivă liniar cu compoziţia". De exemplu, Wickey şi Chittenden [8] au arătat că, dacă T_i este punctul de inflamabilitate (în °F) al componentului i şi dacă $f(T_i)$ este definit de funcţia :

$$\log_{10} T_i = -6{,}1188 + \frac{4345{,}2}{T_i + 383}, \quad (3)$$

atunci $f(T_i)$ este o proprietate aditivă liniar, deci punctul de inflamabilitate al amestecurilor multicomponente se poate calcula din relaţia :

$$f(T) = x_1 f(T_1) + x_2 f(T_2) + \ldots x_n f(T_n), \quad (4)$$

în care :

x_i este fracţia volumetrică.

Uneori funcţia f nu poate fi exprimată analitic, ci numai printr-o curbă ; astfel viscozitatea amestecurilor multicomponente se poate calcula cu relaţia :

$$f(v) = x_1 f(v_1) + x_2 f(v_2) + \ldots x_n f(v_n), \quad (5)$$

unde $f(v_i)$ = indice de amestec (blending index) este o funcţie de viscozitatea cinematică exprimată grafic [9, 10].

Metoda de calcul reprezentată de ecuaţia (2) este denumită uneori metoda „cifrelor de amestec" (blending numbers).

Metoda generală de aplicare a acestei metode de programare constă, aşa cum arată Unzelman şi Foster, într-o serie de aproximaţii succesive, bazate pe date experimentale.

Dificultatea principală de aplicare a ecuaţiei (2) constă în necesitatea de a „inventa" relaţia dintre proprietatea studiată L şi funcţia $f(L)$, care să se bucure de proprietatea de aditivitate.

Cea de-a treia metodă a cărei folosire la programare a fost publicată în anul 1964 [11, 12,] constă în folosirea ecuaţiei :

$$\sum_{i=1}^{n} a_i x_i (L - L_i) = 0, \quad (6)$$

unde a_i reprezintă constante deduse din date experimentale.

Această ecuaţie nu este decît expresia liniară a ecuaţiei valorilor medii ponderate :

$$L = \frac{a_1x_1L_1 + a_2x_2L_2 + \ldots, a_nx_nL_n}{a_1x_1 + a_2x_2 + \ldots a_nx_n} \quad (7)$$

Posibilitatea folosirii ecuaţiei (7) la amestecuri de produse petroliere a fost arătată şi de Wohlish [13] în 1965.

Avantajul principal al ecuaţiei (6) faţă de ecuaţia (2) este lipsa totală a vreunei necesităţi de a „inventa" o relaţie oarecare între proprietatea studiată (L) şi funcţia aditivă $f(L)$. Concret, acest avantaj se manifestă prin aceea că, fiind date o serie de date experimentale, pentru a exprima o relaţie de amestec cu ajutorul ecuaţiei (2) sînt necesare calcule laborioase de iteraţie pentru a găsi valorile de amestec, în timp ce ecuaţia (6) se poate aplica direct, fără a fi necesare aproximaţii succesive.

Ecuaţia (6) a fost verificată [11, 12] pentru numeroase proprietăţi fizice şi termodinamice ale unor amestecuri binare şi multicomponente de substanţe pure. Scopul urmărit în studiul de faţă a fost următorul :

— Verificarea posibilităţilor de a reda comportarea amestecurilor multicomponente de produse petroliere cu ajutorul ecuaţiei (6).

— Stabilirea gradului de precizie al acestei ecuații pentru diferite proprietăți, ca cifra octanică, caracteristicile de distilație, viscozitatea etc.

— Elaborarea unei metode simple și generale de reprezentare prin ecuații a relației „proprietate-compoziție", fără folosirea de diagrame.

Înainte de a expune rezultatele obținute, este necesar însă să se facă unele precizări despre noțiunea de „liniaritate". În general, se pare că numeroși autori, citați mai înainte, care folosesc modele matematice bazate pe ecuația (1), consideră că o ecuație de aditivitate neliniară nu poate fi aplicată la programarea liniară decît în mod indirect, sub forma ecuației (2). De exemplu, Unzelman și Forster [14] afirmă că : „Soluția problemelor de amestec din rafinării prin programare liniară necesită descrierea tuturor operațiilor de amestec prin forme liniare...".

Acest mod de exprimare poate induce însă în eroare, deoarece, contrar ideii sugerate de afirmația lui Unzelman și Forster, chiar dacă o operație de amestec este descrisă de o ecuație neliniară, uneori ecuația respectivă poate fi folosită nemijlocit la programarea liniară. Cel mai simplu exemplu este ecuația neliniară (7), care, scrisă sub forma ecuației (6), este direct aplicabilă la programare.

În afară de ecuația (6) există numeroase alte ecuații neliniare adecvate în principiu programării liniare.

În general problema de rezolvat se poate formula în felul următor : dacă L este o proprietate oarecare a unui amestec de n-componenți în care fracțiunile componenților sînt $x_1, x_2, \ldots x_n$ și $L_1, L_2, \ldots L_n$ sînt proprietățile componenților puri, să se reprezinte variația proprietății L a amestecului în funcție de compoziție printr-o relație adecvată programării liniare.

Soluția generală a problemei este o ecuație de forma :

$$x_1 f_1(L) + x_2 f_2(L) + \ldots x_n f_n(L) = 0, \qquad (8)$$

unde $f_1(L)$, $f_2(L) \ldots f_n(L)$ sînt funcții (necunoscute) de L, independente de compoziție. Aceste funcții $f_i(L)$ trebuie să satisfacă următoarea condiție evidentă la limită (pentru $x_1 = x_2 = x_{i-1} = x_{i+1} = x_n = 0$, deci $x_i = 1$) :

$$f_i(L_i) = 0 \qquad (9)$$

Cu alte cuvinte proprietatea L a amestecului care nu conține decît componentul i este egală cu proprietatea componentului i pur. Deoarece pentru $x_i = 1$ există $f_i(L_i) = 0$, se poate admite că în acest punct funcția $f_i(L)$ se poate dezvolta în serie Taylor, adică :

$$f_i(L) = df_i(L)/dL \quad (L - L_i) + d^2 f_i(L)/dL^2 \quad /2\,(L - L_i)^2 + \ldots\ldots \qquad (10)$$

Relația de amestec se poate scrie deci :

$$x_1 [a_1 (L - L_1) + b_1 (L - L_1)^2 + \ldots] +$$
$$x_2 [a_2 (L - L_2) + b_2 (L - L_2)^2 + \ldots] +$$
$$\ldots\ldots\ldots$$
$$x_n [a_n (L - L_n) + b_n (L - L_n)^2 + \ldots] = R \qquad (11)$$

unde $a_1, a_2, \ldots a_n, b_1, b_2, \ldots b_n$ sînt constante, iar mărimea R este egală cu zero atunci cînd $x_i \to 1$. Se mai poate admite că această relație va reda variația proprietății amestecului cu compoziția numai în cazul cînd este vorba de un amestec în care predomină un anumit component. Pentru ca ecuația să redea comportarea sistemului și în cazul unui amestec oarecare, este suficient să se determine coeficienții $a_1, a_2, \ldots a_n, b_1, b_2, \ldots b_n$ din date experimentale, prin metoda celor mai mici pătrate, astfel ca R să fie minim. Astfel, dacă se determină experimental mai multe seturi de valori, corespunzînd unor amestecuri notate prin j :

$$L^j,\ x_1^j,\ x_2^j\ x_n^j \ldots,$$

coeficienții $a_1, a_2 \ldots a_n, b_1, b_2, \ldots b_n$ se obțin prin metoda celor mai mici pătrate, ca soluția ecuațiilor :

$$x_1^j [a_1 (L^j - L_1) + b_1 (L^j - L_1)^2 + \ldots] +$$
$$x_2^j [a_2 (L^j - L_2) + b_2 (L^j - L_2)^2 + \ldots] +$$
$$\ldots\ldots\ldots$$
$$x_n^j [a_n (L^j - L_n) + b_n (L^j - L_n)^2 + \ldots] = \text{minim} \qquad (12)$$

Rezultatul final va fi o ecuație care va reda corect comportarea amestecului în cazurile-limită ($x_i \to 1$) și, de asemenea, va aproxima comportarea amestecului și în cazul unor compoziții apropiate de cele pentru care s-au determinat coeficienții a_i și b_i.

Trebuie subliniat faptul că ecuația (11) nu este o relație de amestec cu vreo semnificație fizică, ci un algoritm pentru aproximația liniară a unor relații neliniare. De aceea, ca orice metodă de aproximație, ecuația (11) are o aplicabilitate limitată exclusiv la domeniul (de compoziții) pentru care au fost determinate constantele a_i și b_i.

Pentru verificarea posibilității de a reda variația cu compoziția a acelor proprietăți ale

amestecurilor petroliere care intervin în programare, s-au determinat experimental proprietăţile respective la numeroase amestecuri, s-au calculat coeficienţii numerici ai ecuaţiei de amestec şi s-a stabilit precizia metodei.

Metoda de lucru a fost următoarea :

— S-au determinat caracteristicile analitice prin metodele de rutină cunoscute — la amestecuri binare, ternare şi multicomponente. Compoziţia amestecurilor s-a ales în aşa fel, încît să se acopere domeniul de compoziţie care prezintă interes.

— S-au determinat, prin metoda celor mai mici pătrate, coeficienţii ecuaţiei :

$$x_1 [a_1 (L - L_1)] + x_2 [a_2 (L - L_2)] + \ldots$$
$$x_n [a_n (L - L_n)] = 0. \qquad (13)$$

— Această ecuaţie a fost considerată satisfăcătoare pentru majoritatea proprietăţilor studiate. Totuşi, atunci cînd această ecuaţie nu a fost suficient de precisă, s-au determinat coeficienţii ecuaţiei :

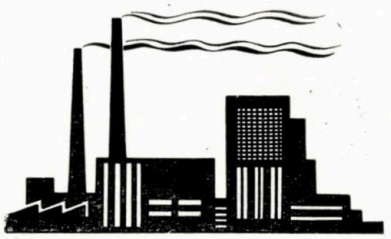
$$x_1 [a_1 (L - L_1) + b_1 (L - L_1)^2] +$$
$$+ x_2 [a_2 (L - L_2) + b_2 (L - L_2)^2] +$$
$$+ \ldots x_n [a_n (L - L_n) + b_n (L - L_n)^2] = 0 \quad (14)$$

— Determinarea coeficienţilor a_i din ecuaţia (13), respectiv a_i şi b_i din ecuaţia (14), s-a făcut prin metoda celor mai mici pătrate cu ajutorul calculatoarelor electronice.

— Cu ajutorul coeficienţilor numerici a_i, respectiv a_i şi b_i , s-au calculat valorile L din ecuaţiile (13) sau (14) şi s-au comparat cu valorile experimentale. Diferenţa dintre valorile calculate şi cele experimentale, exprimată ca eroare medie pătratică, este imaginea preciziei metodei.

BIBLIOGRAFIE

1. Manne, A. S. Scheduling Petroleum Refinery Operations. Harvard University Press, Cambridge. Mass., 1963.
2. Symonds, G. H. În: Ind. Eng. Chem., **48**, nr. 3, 1956, p. 394.
3. Sven Dano Linear Programming in Industry. Springer-Verlag, Wien, 1963.
4. Vazsonyi, A. Scientific Programming in Business and Industry. New York, Willey, 1961.
5. Symonds, G. H. Linear Programming-The Solution of Refinery Problems. Esso-Standard Oil Co., New York, 1955.
6. Dumitru, V. În: Revista de statistică nr. 10, 1964.
7. Dornheim, F. R. şi Borgerson, B. T. În: Oil Gas J. mai 26, 1958, p. 91.
8. Wickey, R. O. şi Chittenden, D. H. În: Hydroc. Processing, **42**, nr. 6, 1963, p. 157.
9. Maxwell, I. B. Data Book on Hydrocarbons. 5th ed., Van Nostrand Co. Inc., New York, 1958.
10. Stearne, R. F. ş.a. Flow Measurement with Orifice Meters Van Nostrand Co. Inc. Esso Series, New York, 1951.
11. Auslander, G. În: Petrol şi gaze, 1965, p. 285.
12. Auslander, G. În: Brit. Chem. Eng. **9**, nr. 9, 1964, p. 610 şi **9** nr. 12, 1964, p. 840.
13. Wohlish, N. În: Erdoel Kohle, **18**, nr. 9, 1965, p. 716.
14. Unzelman, G. H., Forster, E. I. În: Petroleum Refiner, **39**, nr. 10, 1960, p. 109.



Frecvenţa formării picăturilor la dispersarea fracţiunilor petroliere în apă

D. Dobrinescu

Articolul prezintă aparatura de laborator utilizată, metodica experimentării şi rezultatele obţinute în studiul frecvenţei formării picăturilor (în cazul formării individuale şi uniforme a picăturilor), la injectarea, prin duze de oţel sau sticlă, a fracţiunilor petroliere lichide în apă. Pe baza rezultatelor experimentate obţinute, se stabilesc relaţii criteriale, care permit calcularea frecvenţei formării picăturilor, în funcţie de: diametrul duzei de injecţie, viteza produsului prin duză, diferenţa densităţilor şi tensiunea interfacială a fazelor contactate. Cunoscîndu-se frecvenţa formării picăturilor, se poate stabili diametrul picăturilor formate şi pot fi calculate apoi şi alte mărimi, utile la dimensionarea coloanelor de contactare prin picături, în cazul proceselor corespunzătoare de transfer de căldură sau masă.

1. Determinări experimentale

Instalaţia de laborator utilizată pentru studiul frecvenţei formării picăturilor, la injectarea produselor petroliere lichide în apă, este schematizată în figura 1. Din rezervorul iniţial *1*, produsul petrolier, prin cădere liberă, trece prin serpentina de încălzire *2*, a unui termostat *3*, şi este apoi injectat în apa din coloana de contactare *6*. Termostatul este prevăzut cu un agitator *4* al uleiului din baie şi cu un regulator de temperatură *5*, care acţionează asupra contactului din circuitul electric de încălzire a uleiului. Înainte de duza de injecţie, este plasat un termometru care indică temperatura produsului injectat. Picăturile de produs se ridică prin stratul de apă şi se acumulează în partea de sus a coloanei de contactare, de unde deversează în biureta gradată *7*, care permite măsurarea debitului de produs. În stratul de produs acumulat în coloană este plasat un termometru care indică temperatura finală a produsului. Coloana este prevăzută cu o manta vidată, care reduce schimbul de căldură cu mediul exterior. Dintr-un vas de nivel constant *10*, apa pătrunde lateral în partea de sus a coloanei, unde este plasat şi un termometru care indică temperatura iniţială a apei. Evacuarea apei se face tot lateral, în partea de jos a coloanei, unde este plasat termometrul ce indică temperatura finală a apei. Prin coloana secundară de apă *11*, care are rolul de a echilibra hidrostatic amestecul din coloana *6* şi deci de a menţine interfaţa apă-produs la nivel constant, apa trece în biureta gradată *12*, care permite măsurarea debitului de apă. Produsul petro-

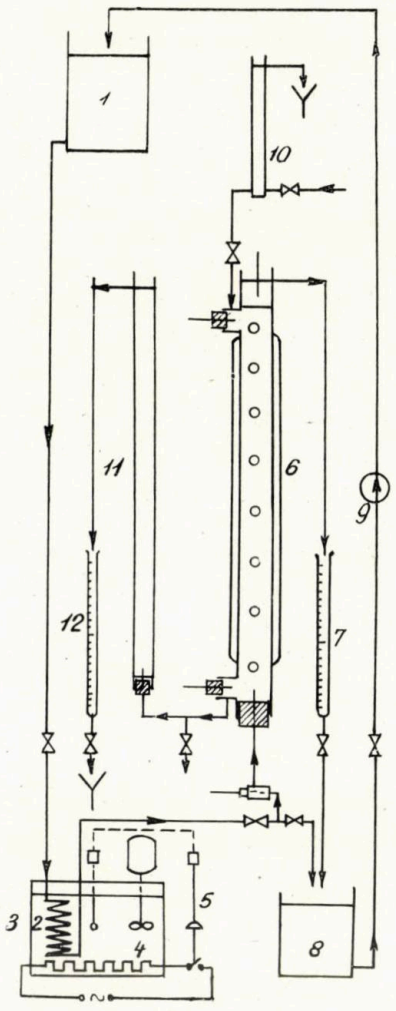


Fig. 1. Schema instalaţiei experimentale.

lier utilizat se acumulează final în rezervorul *8*, de unde poate fi reintrodus în circuit cu ajutorul pompei manuale *9*. Instalaţia este prevăzută cu mai multe robinete care permit umplerea, pornirea, reglarea, oprirea şi descărcarea sa.

Coloana de contactare a fost constituită din tuburi de sticlă cu lungimea de 1 m şi diametrul

de 20, 40 sau 60 mm. Cum încercările preliminare au arătat că, în domeniul de lucru, diametrul coloanei nu influenţează frecvenţa formării picăturilor, s-a lucrat în special cu coloana cu diametrul de 60 mm.

Duzele de injecţie a fracţiunilor petroliere au constat din tuburi de oţel cu diametrul interior de 1,5 ; 3 ; 4 ; 5 şi 6 mm şi din tuburi de sticlă cu diametrul interior de 1 ; 2,5 ; 3 ; 4,5 ; 5 ; 6 ; 7 şi 8 mm. Cu orificii mai mari de 8 mm diametru nu s-a putut realiza în condiţii satisfăcătoare formarea picăturilor. Toate duzele folosite au avut partea superioară tăiată după un plan perpendicular pe axa tubului. Nu s-a observat vreo influenţă a raportului dintre diametrul interior şi diametrul exterior al duzei asupra frecvenţei formării picăturilor. Pentru dispersarea produsului se poate utiliza şi o placă prevăzută cu unul sau mai multe orificii de injecţie.

S-a lucrat permanent numai cu formare individuală şi uniformă a picăturilor la buza duzei de injecţie. La viteze relativ mari ale produsului prin duza de injecţie, produsul iese din duză sub formă de jet, care apoi se sparge neuniform.

Pentru a se obţine o variaţie mai largă a valorilor proprietăţilor fizice ale fazelor, s-a lucrat atît cu încălzire, cît şi fără încălzirea produsului petrolifer.

Prin încercări preliminare, s-a constatat că o circulaţie a apei prin coloana de contactare cu o viteză de 1—2 mm/s, normală pentru cazurile practice, nu influenţează frecvenţa formării picăturilor. În majoritatea cazurilor s-a lucrat fără circulaţia apei prin coloană.

Deoarece s-a constatat o influenţă sensibilă a naturii materialului din care este confecţionată duza de injecţie asupra frecvenţei formării picăturilor, experienţele au fost efectuate separat pentru duzele de oţel şi cele de sticlă.

S-au utilizat cinci fracţiuni petroliere cu densităţile relative ρ_4^{20} cuprinse între 0,750 şi 0,867, variindu-se temperatura de injecţie între 19 şi 100°C. Apa a avut temperaturi cuprinse între 16 şi 65°C. Aceste temperaturi corespund zonei în care are loc formarea picăturilor, deci sînt cele indicate de termometrul plasat la intrarea produsului în duza de injecţie şi de termometrul plasat în apa din partea inferioară a coloanei de contactare.

În tabela 1 sînt prezentate rezultatele experimentale obţinute. Sînt trecute aici : diametrul duzei de injecţie (d_0), diferenţa dintre densităţile fazelor ($\Delta\rho$) la temperaturile de la baza coloanei de contactare, diferenţa dintre tensiunile superficiale ale fazelor ($\Delta\sigma$) la aceleaşi temperaturi, viteza produsului prin duza de injecţie (w_0) şi frecvenţa formării picăturilor (n). Valorile acestor parametri sînt cuprinse între următoarele limite : $d_0 = 1-8$ mm ; $\Delta\rho = 114{,}5 - 250{,}3$ kg/m³ ; $\Delta\sigma = 0{,}0351 -$

TABELA 1

Datele experimentale obţinute (exp. 1—43 duze de oţel ; exp. 44—92 duze de sticlă)

Exp.	$10^3\, d_0$, m	$\Delta\rho$, kg/m³	$10^3\Delta\sigma$, kg/s²	$10^2\, w_0$, m/s	n, s⁻¹	$n \cdot d_0 / w_0$	$d_0^2 \cdot g\Delta\rho / \Delta\sigma$
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,5	132,2	42,5	8,850	0,782	0,0132	0,0686
2	1,5	132,2	42,5	9,300	0,806	0,0130	0,0686
3	1,5	132,2	42,5	19,650	1,583	0,0121	0,0686
4	1,5	132,2	42,5	24,300	2,004	0,0124	0,0686
5	1,5	158,5	44,2	8,210	0,836	0,0153	0,0792
6	1,5	164,2	43,0	18,840	2,006	0,0160	0,0843
7	1,5	166,0	44,7	13,180	1,437	0,0163	0,0818
8	1,5	171,0	45,1	11,660	1,272	0,0164	0,0837
9	1,5	171,6	44,1	11,080	1,180	0,0160	0,0858
10	1,5	182,0	44,9	17,140	2,090	0,0183	0,0895
11	3	150,4	43,6	1,873	0,520	0,0835	0,3050
12	3	150,4	43,6	3,230	0,815	0,0757	0,3050
13	3	150,4	43,6	4,890	1,143	0,0702	0,3050
14	3	151,2	44,6	4,720	1,230	0,0782	0,2993
15	3	159,8	45,1	4,050	1,174	0,0871	0,3125
16	3	171,5	45,4	3,330	1,057	0,0954	0,3333
17	4	114,5	35,1	3,170	0,986	0,1245	0,5120
18	4	116,7	35,8	2,700	0,835	0,1236	0,5120
19	4	132,2	42,5	2,630	0,870	0,1324	0,4875
20	4	132,2	42,5	2,750	1,000	0,1454	0,4875
21	4	132,4	42,6	3,020	0,998	0,1324	0,4875
22	4	139,8	43,0	1,600	0,712	0,1780	0,5100
23	4	140,0	43,9	0,884	0,370	0,1675	0,5000
24	4	141,3	42,2	1,470	0,588	0,1602	0,5265
25	4	141,8	43,9	1,590	0,667	0,1678	0,5065
26	4	146,8	43,6	1,200	0,555	0,1850	0,5280
27	4	148,4	44,2	1,360	0,570	0,1676	0,5280
28	4	149,2	44,1	1,990	0,833	0,1675	0,5320
29	4	150,4	43,6	0,888	0,416	0,1873	0,5425
30	4	150,4	43,6	2,100	0,801	0,1526	0,5425
31	4	150,4	43,6	3,850	1,295	0,1345	0,5425
32	4	153,8	44,1	3,500	1,334	0,1525	0,5475
33	4	157,1	44,3	2,700	1,212	0,1796	0,5570
34	4	161,8	44,7	2,400	1,142	0,1904	0,5680
35	4	162,1	43,6	1,800	0,798	0,1774	0,5830
36	4	168,3	44,9	2,650	1,340	0,2022	0,5900
37	4	178,1	45,5	5,310	2,080	0,1566	0,6130
38	5	150,4	43,6	1,016	0,605	0,2980	0,8475
39	5	150,4	43,6	1,913	1,005	0,2630	0,8475
40	5	150,4	43,6	2,453	1,244	0,2540	0,8475
41	6	150,4	43,6	0,467	0,400	0,5150	1,2160
42	6	150,4	43,6	1,346	0,955	0,4260	0,2160
43	6	150,4	43,6	1,670	1,115	0,4010	1,2160
44	1	146,3	42,9	5,550	0,801	0,0144	0,0334
45	1	150,4	43,6	4,590	0,803	0,0175	0,0338
46	1	150,4	43,6	13,250	1,987	0,0150	0,0338
47	1	150,4	43,6	14,150	2,235	0,0158	0,0338
48	1	183,3	44,6	5,020	0,772	0,0154	0,0403
49	2,5	146,3	42,9	1,500	0,651	0,1084	0,2090
50	2,5	150,4	43,6	2,260	0,793	0,0878	0,2110
51	2,5	150,4	43,6	2,600	0,914	0,0878	0,2110
52	2,5	150,4	43,6	4,770	1,462	0,0767	0,2110
53	2,5	150,4	43,6	4,950	1,517	0,0767	0,2110
54	2,5	150,4	43,6	5,870	1,692	0,0722	0,2110
55	2,5	181,6	42,4	1,324	0,603	0,1140	0,2630
56	2,5	183,3	44,6	1,903	0,786	0,1032	0,2520
57	3	150,4	43,6	2,150	0,949	0,1324	0,3050
58	3	150,4	43,6	2,330	1,027	0,1322	0,3050
59	3	150,4	43,6	2,900	1,204	0,1245	0,3050
60	3	150,4	43,6	4,760	1,726	0,1090	0,3050
61	3	150,4	43,6	6,160	2,132	0,1037	0,3050
62	3	150,4	43,6	6,660	2,355	0,1060	0,3050
63	4,5	146,3	42,9	1,030	0,773	0,3380	0,6750
64	4,5	150,4	43,6	0,895	0,696	0,3500	0,6850
65	4,5	150,4	43,6	1,420	1,052	0,3170	0,6850
66	4,5	150,4	43,6	1,660	1,175	0,3185	0,6850

(Continuare tabela 1

1	2	3	4	5	6	7	8
67	4,5	150,4	43,6	2,320	1,515	0,2940	0,6850
68	4,5	150,4	43,6	4,640	2,390	0,2320	0,6850
69	4,5	183,3	44,6	1,236	0,856	0,3125	0,8160
70	4,5	250,3	48,3	0,922	0,978	0,4775	0,1028
71	5	146,3	42,9	1,000	0,823	0,4120	0,8360
72	5	150,4	43,6	0,524	0,517	0,4940	0,8480
73	5	150,4	43,6	0,714	0,640	0,4485	0,8480
74	5	150,4	43,6	0,832	0,747	0,4490	0,8480
75	5	150,4	43,6	0,854	0,766	0,4490	0,8480
76	5	150,4	43,6	1,133	0,930	0,4110	0,8480
77	5	150,4	43,6	1,416	1,118	0,3950	0,8480
78	5	150,4	43,6	1,466	1,158	0,3950	0,8480
79	5	150,4	43,6	1,920	1,325	0,3450	0,8480
80	5	150,4	43,6	2,120	1,464	0,3450	0,8480
81	5	150,4	43,6	2,490	1,690	0,3390	0,8480
82	5	150,4	43,6	2,970	1,940	0,3270	0,8480
83	5	183,3	44,6	0,850	0,724	0,4260	1,0050
84	5	250,3	48,3	0,446	0,608	0,6820	1,2700
85	6	150,4	43,6	0,727	0,793	0,6550	1,2150
86	6	150,4	43,6	1,077	1,052	0,5870	1,2150
87	6	150,4	43,6	1,303	1,250	0,5760	1,2150
88	7	150,4	43,6	0,444	0,490	0,7740	1,6600
89	7	150,4	43,6	0,641	0,665	0,7270	1,6600
90	8	146,3	42,9	0,360	0,524	1,1650	2,1400
91	8	183,3	44,6	0,495	0,697	1,1270	2,5840
92	8	250,3	48,3	0,290	0,633	1,7470	3,2600

0,0483 N/m sau kg/s²; $w_0 = 0{,}29-24{,}3$ cm/s (valorile mici corespund duzelor de diametru mare, iar valorile mari duzelor de diametru mic) și $n = 0{,}37-2{,}39$ pic/s.

Pentru stabilirea vitezei produsului prin duza de injecție, s-a măsurat debitul volumetric de produs cu ajutorul biuretei 7, s-a corectat acest debit pentru temperatura produsului la intrarea în duza de injecție și s-a raportat apoi la secțiunea interioară a duzei. Frecvența formării picăturilor s-a determinat prin cronometrarea timpului în care se formau 20 de picături și raportarea numărului de picături la timpul măsurat.

În cursul experimentărilor s-a constatat că principalii parametri care influențează frecvența formării picăturilor sînt următorii: diametrul interior al duzei de injecție, viteza produsului prin duza de injecție, diferența densităților fazelor, diferența tensiunilor superficiale ale fazelor și natura materialului din care este confecționată duza de injecție. Nu s-a observat o influență însemnată a viscozității fazei continue (apei) asupra frecvenței formării picăturilor, cu toate că această viscozitate a variat între $0{,}437 \cdot 10^{-3}$ și $1{,}111 \cdot 10^{-3}$ kg/m.s.

2. Corelarea datelor experimentale

În figura 2 s-a reprezentat, pe baza datelor experimentale obținute, variația frecvenței formării picăturilor în funcție de diferența densităților fazelor, pentru duza de oțel cu $d_0 = 1{,}5$ mm și la două valori aproximativ constante ale vitezei produsului prin duza de injecție. Dreapta 1 corespunde lui $w_0 = 9-12$ cm/s, iar dreapta 2 lui $w_0 = 17-20$ cm/s. Din acest grafic se constată că „n" crește odată cu creșterea lui $\Delta\rho$ și odată cu creșterea lui w_0. Crescînd $\Delta\rho$ (sau diferența greutăților specifice), picăturile tind să se rupă mai repede,

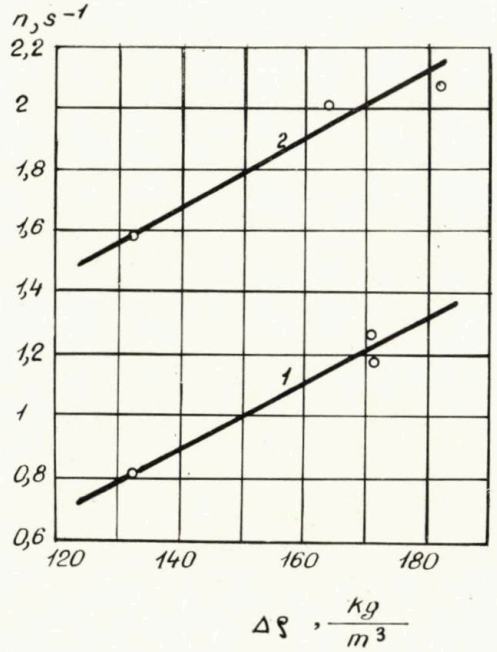


Fig. 2. Variația frecvenței formării picăturilor cu diferența densităților fazelor, pentru duza de oțel cu $d_0 = 1{,}5$ mm; dreapta 1 pentru $w_0 = 9-12$ cm/s și dreapta 2 pentru $w_0 = 17-20$ cm/s.

ele vor fi mai mici și deci, la debit constant, „n" va fi mai mare. La creșterea lui w_0, crește impulsul vînei de produs din duză asupra picăturilor în formare, acestea se rup mai repede și deci crește frecvența de formare a picăturilor.

În figura 3 s-a reprezentat variația frecvenței formării picăturilor în funcție de viteza produsului prin duza de injecție, pentru duze de oțel și $\Delta\rho = 150{,}4$ kg/m³. Dreapta 1 corespunde lui $d_0 = 3$ mm, dreapta 2, lui $d_0 = 4$ mm și dreapta 3, lui $d_0 = 5$ mm. Se constată că „n" crește odată cu creșterea lui w_0 și odată cu creșterea lui d_0. Pentru o valoare constantă a lui w_0, la creșterea lui d_0 picăturile vor fi mai mari, dar cum debitul volumetric de produs crește cu pătratul lui d_0, frecvența formării picăturilor va crește.

În figura 4 s-a reprezentat variația frecvenței formării picăturilor în funcție de viteza produsului prin duza de injecție, pentru $d_0 = 6$ mm și $\Delta\rho = 150{,}4$ kg/m³. Dreapta 1 corespunde duzelor de oțel, iar dreapta 2 duzelor de sticlă. Se constată că „n" crește, odată cu creșterea lui w_0, și că, în aceleași con-

diții, „n" este mai mare la duzele de sticlă decît la cele de oțel. Această ultimă constatare este justificată de faptul că tensiunea de adeziune a fracțiunilor petroliere față de oțel este

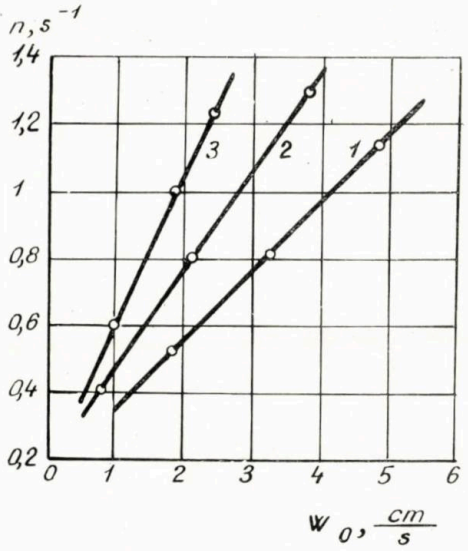


Fig. 3. Variația frecvenței formării picăturilor cu viteza produsului prin duza de injecție, pentru duze de oțel și $\Delta\rho$ = = 150,4 kg/m³; dreptele 1, 2 și 3 corespund la $d_0 = 3$; 4 și respectiv 5 mm.

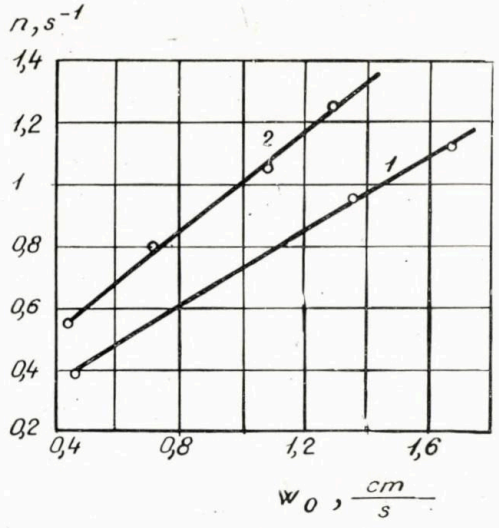


Fig. 4. Variația frecvenței formării picăturilor cu viteza produsului prin duza de injecție, pentru $d_0 = 6$ mm și $\Delta\rho$ = = 150,4 kg/m³; dreapta *1* pentru duze de oțel și dreapta *2* pentru duze de sticlă.

mai mare decît cea față de sticlă. La o tensiune de adeziune mai mare picăturile se rup mai greu; ele vor fi mai mari și deci frecvența formării picăturilor mai mică.

Prin analogie cu faptul cunoscut că, la spargerea unui jet de lichid în picături, picăturile sînt cu atît mai mici cu cît tensiunea superficială a lichidului este mai mică, pentru procesul studiat este de așteptat ca odată cu creșterea lui $\Delta\sigma$ să se obțină picături mai mari, deci frecvența formării picăturilor să scadă.

În cele ce urmează se urmărește ca, pe baza datelor experimentale, să se stabilească relații criteriale care să permită calcularea frecvenței formării picăturilor, în funcție de principalii parametri de care depinde aceasta. Luîndu-se ca parametru în locul diferenței densităților fazelor, diferența greutăților specifice corespunzătoare ($g\Delta\rho$, în care g este accelerația gravifică), care reprezintă forța ascensională specifică a picăturii, se poate scrie funcția generală:

$$n = f(g\Delta\rho,\ d_0,\ w_0,\ \Delta\sigma). \qquad (1)$$

În conformitate cu teoria π a similitudinii, numărul criteriilor de similitudine independente, egal cu diferența dintre numărul parametrilor și numărul unităților de măsură fundamentale corespunzătoare, este egal cu 2. Aceste criterii de similitudine pot fi stabilite prin analiză dimensională, de exemplu prin metoda lui Rayleigh, așa cum se redă în continuare:

$$n\cdot(g\Delta\rho)^a\cdot d_0^b\ w_0^c\cdot\Delta\sigma^d = \text{const.}$$

$$\frac{1}{s}\cdot\left(\frac{\text{kg}}{m^2\cdot s^2}\right)^a\cdot m^b\cdot\left(\frac{m}{s}\right)^c\cdot\left(\frac{kg}{s^2}\right)^d = 1$$

$$m:\ -2a+b+c=0$$

$$kg:\ a+d=0$$

$$s:\ -1-2a-c-2d=0$$

Pentru a obține, pe lîngă criteriul caracteristic pentru n, și un criteriu caracteristic pentru $g\Delta\rho$, acest sistem de ecuații se rezolvă în funcție de a.

Se obțin: $b = 2a+1$; $c = -1$ și $d = -a$

$$n\cdot(g\Delta\rho)^a\cdot d_0^{2a+1}\cdot w_0^{-1}\cdot\Delta\sigma^{-a} = \text{const.}$$

$$\frac{n\cdot d_0}{w_0}\cdot\left(\frac{g\Delta\rho\cdot d_0^2}{\Delta\sigma}\right)^a = \text{const.}$$

Relația stabilită poate fi scrisă sub forma:

$$\frac{nd_0}{w_0} = C\left(\frac{d_0^2\cdot g\Delta\rho}{\Delta\sigma}\right)^m, \qquad (2)$$

în care cel de-al doilea criteriu de similitudine este una dintre cele patru forme sub care se întîlnește în literatura de specialitate [6] criteriul lui Weber.

Valorile constantei „C" și ale exponentului „m" pot fi stabilite, pe baza datelor experimentale, separat pentru duzele de oțel și cele de sticlă.

În figura 5, într-o diagramă dublu-logaritmică, s-au figurat punctele corespunzătoare datelor experimentale pentru duze de oțel (valorile criteriilor de similitudine sînt cal-

culate și redate în tabela 1) și se constată că aceste puncte se plasează satisfăcător pe o dreaptă medie.

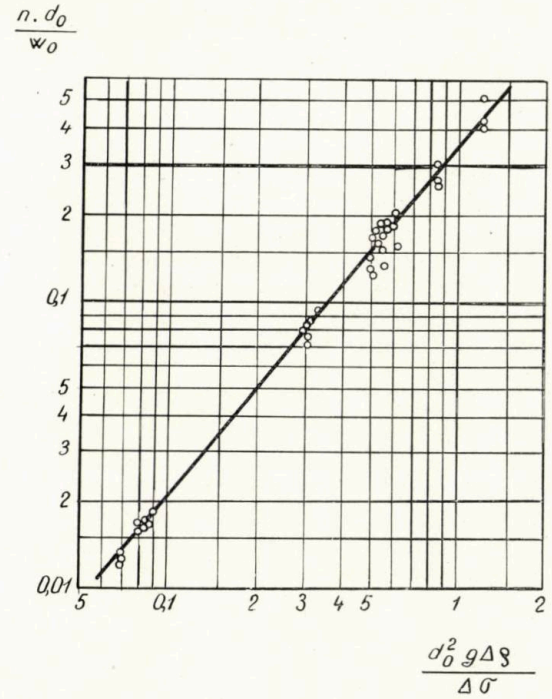


Fig. 5. Diagrama dublu-logaritmică necesară corelării datelor experimentale pentru duze de oțel.

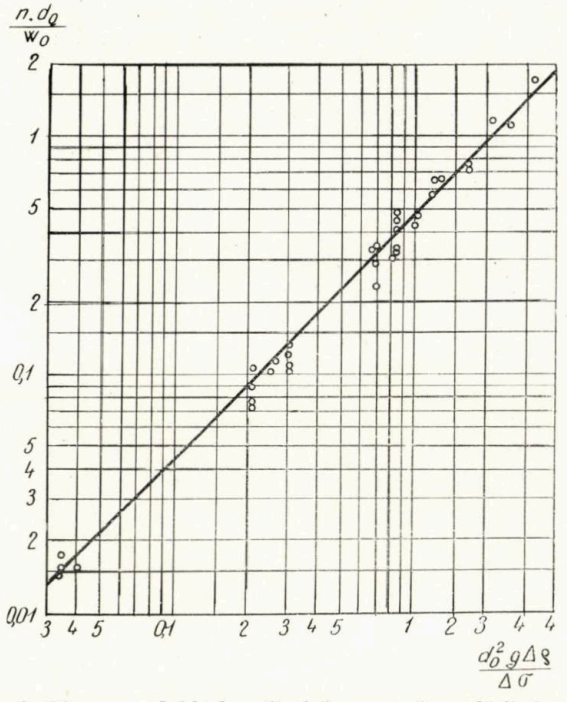


Fig. 6. Diagrama dublu-logaritmică necesară corelării datelor experimentale pentru duze de sticlă.

Stabilindu-se ecuația acestei drepte, se obține forma concretă a relației (2) pentru duze de oțel:

$$\frac{n \cdot d_0}{w_0} = 0{,}343 \left(\frac{d_0^2 \cdot g \Delta \rho}{\Delta \sigma} \right)^{1{,}233} \qquad (3)$$

Explicitîndu-se n din relația stabilită, se obține:

$$n = 0{,}343 \cdot g^{1{,}233} \cdot \frac{d_0^{1{,}466} \cdot \Delta \rho^{1{,}233} \cdot w_0}{\Delta \sigma^{1{,}233}} \qquad (4)$$

și se constată, ca și mai înainte, că n crește odată cu creșterea lui d_0, $\Delta \rho$ și w_0 și odată cu scăderea lui $\Delta \sigma$.

În mod asemănător, în figura 6 s-au figurat punctele corespunzătoare datelor experimentale pentru duze de sticlă și pe baza acestei diagrame s-au obținut relațiile:

$$\frac{n \cdot d_0}{w_0} = 0{,}458 \cdot \left(\frac{d_0^2 \cdot g \Delta \rho}{\Delta \sigma} \right)^{1{,}017} \qquad (5)$$

$$n = 0{,}458 \cdot g^{1{,}017} \cdot \frac{d_0^{1{,}034} \cdot \Delta \rho^{1{,}017} \cdot w_0}{\Delta \sigma^{1{,}017}} \qquad (6)$$

Relațiile stabilite pentru calcularea frecvenței formării picăturilor, în funcție de principalii parametri de care depinde aceasta, sînt satisfăcătoare în raport cu datele experimentale, erorile maxime fiind de ordinul 20—30%.

3. Discuții

În cadrul acestei lucrări s-a studiat pentru prima oară frecvența formării picăturilor la injectarea unui lichid într-un alt lichid. S-a lucrat în domeniul întîlnit obișnuit în procesele corespunzătoare de transfer de căldură sau masă, cu formare individuală și uniformă a picăturilor la buza duzei de injecție. S-a ajuns la concluzia că frecvența formării picăturilor crește odată cu creșterea diametrului duzei de injecție, a diferenței densităților fazelor și a vitezei fazei disperse în duza de injecție și odată cu scăderea tensiunii interfaciale dintre cele două lichide contactate. S-a constatat, de asemenea, că frecvența formării picăturilor depinde de tensiunea de adeziune a lichidului injectat la materialul din care este confecționată duza, că viscozitatea fazei continue nu influențează într-o măsură însemnată frecvența formării picăturilor (teoretic, la creșterea viscozității fazei continue, ar trebui ca picăturile formate să fie mai mari, iar frecvența lor mai mică) și că această frecvență nu este influențată sensibil de circulația, cu o viteză relativ mică, a fazei continue în contracurent cu faza dispersă.

Relațiile criteriale stabilite pe baza datelor experimentale permit calcularea, cu suficientă exactitate, a frecvenței formării picăturilor, în cazul duzelor de oțel sau sticlă, în funcție de principalii parametri de care depinde aceasta.

Notîndu-se cu „d" diametrul picăturilor formate și scriindu-se egalitatea dintre debitul de produs care curge prin duza de in-

jecție și debitul de produs corespunzător picăturilor formate în unitatea de timp, rezultă o relație pentru calcularea lui „d" în funcție de frecvența formării picăturilor :

$$\frac{\pi \cdot d_0^2}{4} \cdot w_0 = n \frac{\pi \cdot d^3}{6}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{1{,}5 \cdot d_0^2 \cdot w_0}{n}} \qquad (7)$$

Dacă în această relație se înlocuiește n cu expresiile corespunzătoare din relațiile (4) și (6), se obțin următoarele relații pentru calcularea directă a diametrului picăturilor formate :

— pentru duze de oțel

$$d = \frac{1{,}635}{g^{0,411}} \cdot \frac{d_0^{0,178}\ \Delta\sigma^{0,411}}{\Delta\rho^{0,411}} \qquad (8)$$

$$\frac{d}{d_0} = 1{,}635 \cdot \left(\frac{\Delta\sigma}{d_0^2 \cdot g\Delta\rho}\right)^{0,411} \qquad (9)$$

— pentru duze de sticlă

$$d = \frac{1{,}485}{g^{0,339}} \cdot \frac{d_0^{0,322} \cdot \Delta\sigma^{0,339}}{\Delta\rho^{0,339}} \qquad (10)$$

$$\frac{d}{d_0} = 1{,}485 \cdot \left(\frac{\Delta\sigma}{d_0^2 \cdot g\Delta\rho}\right)^{0,339} \qquad (11)$$

În literatura de specialitate se întîlnesc două relații pentru calcularea diametrului picăturilor formate, în sisteme lichid-lichid : relația Hayworth-Treybal [4] și relația Smirnov — Poliuta [8]. Aceste relații sînt mai complicate decît relațiile criteriale stabilite (9) și (11) și nu țin seamă de natura materialului din care este confecționată duza de injecție. Principalii parametri care îl determină pe d din relațiile Hayworth-Treybal și Smirnov-Poliuta, precum și din relațiile corespunzătoare sistemelor gaz-lichid (formarea bulelor de gaz într-un lichid) [1, 2, 5, 7], sînt aceiași cu parametrii conținuți în relațiile stabilite. Rezultatele obținute prin relația (9) sînt foarte apropiate de cele obținute prin relația Hayworth-Treybal, care a fost stabilită pe baza unui bogat material experimental, lucrîndu-se cu o varietate mare de sisteme lichid-lichid. Rezultatele obținute prin relația (11) sînt mai apropiate de cele obținute prin relația Smirnov-Poliuta. Aceste lucruri dovedesc în plus că relațiile stabilite pentru calcularea lui n sau d sînt corecte, că ele pot avea un domeniu de aplicare mai larg decît cel studiat experimental în această lucrare și că este justă luarea în considerație a materialului din care este confecționată duza de injecție.

Relațiile stabilite în cadrul acestei lucrări sînt utile la dimensionarea coloanelor de contactare prin picături [3], pentru realizarea unor procese practice de transfer de căldură sau masă. Mărimile n și d intervin în calcularea vitezei absolute a picăturilor, diametrului și înălțimii coloanei de contactare, suprafeței de transfer utilizate, fracției volumetrice a fazei disperse, timpului de contact realizat, coeficienților de transfer de căldură sau masă etc.

BIBLIOGRAFIE

1. Benzing, R. L. și Myers, J. E. În : Ind. Eng. Chem. **47**, 1955, p. 2 087.
2. Davidson, J. F. și Schneler, B.O.G. În : Trans. Inst. Chem. Eng., **38**, 1960, p. 144.
3. Dobrinescu, D. Răcirea produselor petroliere lichide prin contact direct cu apa. Teză de doctorat, I.P.G.G., București, 1971.
4. Hayworth, C. B. și Treybal, R. E. În : Ind. Eng. Chem., **42**, nr. 6, 1950, p. 1 174.
5. Jackson, R. În : Chem. Eng., nr. 178, 1964, C.E. p. 107.
6. Romankov, P. G. și Medvedev, A. A. În : Jurn. Prikl. Him., **32**, nr. 12, 1959, p. 2 632.
7. Siemes, W. și Kauffmann, J. F. În : Chem. Eng. Science, **5**, 1956, p. 127.
8. Smirnov, N. I. și Poliuta, S. E. În : Jurn. Prikl. Him., **21**, nr. 11, 1948, p. 1 137.

Consideraţii tehnice privind influenţa parametrilor de bază optimi în transportul gazelor naturale la mare distanţă

I. Geangălă

Transportul gazelor naturale la mare distanţă, impus fie de necesitatea asigurării cu combustibili sau cu materie primă a marilor unităţi industriale, fie pentru export, constituie, în toate ţările care dispun de rezerve importante de hidrocarburi gazoase şi cu o industrie de gaze dezvoltată, o preocupare deosebită atît sub aspect tehnic, cît şi economic.

În general, fiind cunoscut faptul că conductele magistrale pentru transportul gazelor la distanţă sînt construcţii scumpe şi consumă cantităţi însemnate de metal, se caută ca încă de la faza de proiectare să se găsească soluţiile optime, care să asigure cheltuieli minime, atît pentru executarea sistemului de transport, cît şi pentru exploatarea lui.

Teoretic parametrii de bază optimi ai unei conducte magistrale fiind stabiliţi, este foarte important de scos în evidenţă influenţa pe care o poate avea fiecare dintre aceşti parametri în stabilirea indicatorilor economici caracteristici transportului de gaze naturale la mare distanţă.

Analiza propriu-zisă a influenţei parametrilor impune însă tratarea cu prioritate a principiilor de proiectare a transportului la distanţă a gazelor naturale. Calculul pentru determinarea valorilor optime ale parametrilor de bază ai conductei se efectuează pornind de la stabilirea capacităţii de transport şi se bazează pe o serie de calcule tehnologice şi economice.

I. Estimarea formulelor de proiectare pentru calculul capacităţii de transport

Formula teoretică dedusă din ecuaţia Weisahach Darcy (făcîndu-i-se următoarele simplificări: curgerea este considerată constantă, curgerea se datoreşte numai expansiunii gazului şi este permanentă, conducta este orizontală), folosită pentru determinarea capacităţii de transport a unei conducte magistrale de transportat gaze în regim staţionar, este următoarea:

$$Q = C\left[\frac{(P_1^2 - P_2^2)D^5}{\lambda\Delta\, TZL}\right]^{0,5} \qquad (1)$$

în care:

C este un coeficient numeric;
Q — debitul de gaze, Nm^3/h;
P_1, P_2 — presiunea iniţială şi finală, at;
D — diametrul interior al conductei;
λ — coeficientul de frecare;
T — temperatura medie a gazului, °C;
Z — coeficientul de compresibilitate;
L — lungimea conductei, km;
Δ — densitatea gazului în raport cu aerul.

Pe baza cercetărilor întreprinse, T. Weymouth a stabilit încă din 1912 formula care s-a folosit mulţi ani la calcularea curgerii gazelor prin conducte.

Dacă în formula teoretică se înlocuiesc şi valorile $T = 283°K$, $\Delta = 0{,}554$ (determinată pentru gaz metan) şi $\lambda = \frac{0{,}04363}{\sqrt[3]{D}}$ se obţine formula lui Weymouth:

$$Q = 1{,}532\left[\frac{(P_1^2 - P_2^2)D^{5,33}}{ZL}\right]^{0,5} \qquad (2)$$

Aşa cum se observă din această formulă, capacitatea de transport a unei conducte variază direct proporţional cu $D^{2,67}$ şi invers proporţional cu radicalul lungimii conductei. Deoarece s-a constatat (pe bază de cercetări) că formula lui Weymouth conducea la obţinerea unor valori diferite pentru capacitatea de transport a gazelor în comparaţie cu datele reale, atît în U.R.S.S. şi în S.U.A., cît şi în alte ţări, au început să fie folosite alte formule, sugerate de Miller, Clark, Clinedinst, Panhandle, Renouart, Khristianovich, Vniigaz etc.

Este important de reţinut faptul că oricare dintre formulele pentru calculul capacităţii de transport se referă numai la cazul scurgerii prin conducte în regim staţionar, adică atunci cînd variaţia presiunii în conductă depinde numai de loc, nu şi de timp.

În realitate, din cauza neuniformităţii consumului gazului, la majoritatea conductelor şi, în special, la capătul lor final, unde consumul de gaz se schimbă considerabil şi în timpul zilei, curgerea se face în regim nestaţionar. În această situaţie distribuţia presiunilor şi a vitezei de scurgere de-a lungul conductei depinde nu numai de loc, ci şi de timp. Elucidarea acestei probleme prezintă importanţă atît în proiectare, cît şi în exploatarea conductelor magistrale pentru transportul gazelor la mare

distanță și, în special, pentru dimensionarea ultimei porțiuni a conductei, în vederea folosirii ei ca rezervor. Un singur aspect trebuie însă reținut, faptul că și în acest caz parametrii tehnici de bază optimi, care contribuie la obținerea unor indicatori economici superiori, sînt aceiași ca și în cazul curgerii staționare.

În cazul curgerii neuniforme, cercetările sînt legate de stabilirea și de dezvoltarea unei metode de calcul al capacității conductei magistrale cu ajutorul căreia ar fi posibil să se obțină orice condiții de transport, pentru a fi utilizate în proiectarea și exploatarea conductelor de gaze. O astfel de metodă constă în studierea fenomenelor pe modele, cu respectarea unor condiții de similitudine.

Toate formulele folosite pentru calculul capacității de transport și publicate în literatura tehnică de specialitate se bazează pe formula de bază și se obțin prin înlocuirea în această formulă a diferiților factori, cum sînt :

a. *Factorii de rezistență la curgerea în regim staționar*

Analiza factorilor de rezistență la curgerea gazului prin conductă trebuie făcută pornind de la faptul că această scurgere se face întotdeauna în regim turbulent.

La valori relativ mici ale cifrei lui Reynolds, grosimea stratului laminar periferic poate fi egală sau mai mică decît înălțimea proeminențelor care formează rugozitatea peretelui interior al conductei, iar la valori mari ale cifrei Reynolds, grosimea acestui strat este cu totul neînsemnată (practic se poate considera că lipsește).

În cazurile practice de transport al gazului prin conducte, s-au găsit un număr de relații ale factorului de rezistență funcție de numărul Reynolds, Nicurodze, Filomenco și Konokov și a lui Colebrock, care este cea mai utilizată.

Cercetările făcute în U.R.S.S. și în S.U.A. au dovedit că factorul de rezistență λ nu depinde numai de valoarea asperității relative, dar și de modul de amplasare și de mărimea de distribuție a elementelor de rugozitate pe suprafața conductei.

Sub o sarcină completă a conductelor de transport la capacitatea proiectată (atunci cînd toate stațiile de compresoare de pe magistrala de transport la mare distanță lucrează), conductele de gaze lucrează în condițiile legii rezistenței pătrate. De aceea în proiectarea conductelor de transport la mare distanță calcularea curgerii se efectuează ținînd seama ca $\lambda = f(D)$ sau $\lambda = f(\varepsilon)$.

Dacă conducta lucrează cu o scurgere sub sarcină, factorul de rezistență corespunde legii de rezistență mixtă :

$$\lambda = f[\varepsilon, \mathrm{Re}] \qquad (3)$$

Între zona cu rezistență mixtă și cea pătrată există o linie de delimitare a unei zone de turbulență (mixtă), fiind determinată prin formula :

$$\varepsilon \mathrm{Re} \sqrt{\lambda} = 138, \qquad (4)$$

dacă :

$$\varepsilon = \frac{2K}{D};$$

unde :

ε este rugozitatea relativă ;
K — rugozitatea absolută.

Pe lîngă rezistențele la curgerea gazului determinate de conducta însăși, mai există un număr de rezistențe suplimentare care sînt cauzate de caracteristicile constructive ale conductei de gaze. De exemplu, în cazurile de sudură automată a conductelor pe bază de inele de susținere, acestea, la fel ca și ventilele, coturile etc. creează rezistențe suplimentare.

Un calcul detaliat al acestor rezistențe suplimentare (locale) pentru fiecare conductă proiectată este prea complicat și necesită deosebit de multe calcule. Din această cauză institutele de proiectare au ajuns la concluzia să considere că rezistențele locale (cu excepția rezistenței din zona inelelor de susținere), sînt egale cu 5% din rezistența curgerii prin conductă.

b. *Determinarea factorului de compresibilitate a gazelor*

Factorul de compresibilitate a gazului se poate determina prin mai multe metode :

— prin măsurători directe, în funcție de compoziția gazului, cunoscînd abaterea de la legea gazelor perfecte a fiecărui component în parte ;

— după greutatea specifică a amestecului de gaze, prin determinarea presiunii și a temperaturii reduse ;

— după diferite formule empirice, formulele s-au elaborat pe baza datelor experimentale. Rezultatul calculelor cu aceste formule coincid cu datele obișnuite, obținute din măsurători pentru presiuni de regim pînă la 60 ata.

c. *Determinarea temperaturii medii a gazelor transportate*

Temperatura medie a gazelor din conductă se calculează cu formula :

$$t_m = t_s + \frac{t_i - t_s}{\dfrac{62{,}6\,KDeL}{Q\,\gamma\,C_p}} \left(1 - \frac{62\,KDeL}{eQ\,\gamma\,C_p}\right), \qquad (5)$$

unde :

t_s este temperatura solului la adîncimea de îngropare a conductei, °C ;
t_i — temperatura gazului la intrarea în conductă, °C ;
K — coeficientul de transmisie a căldurii de la gaz la sol, kcal/m² °C ;
D_e — diametrul exterior al conductei ;
L — lungimea conductei, km ;
Q — debitul transportat, m³/zi ;
γ — greutatea specifică a gazului ;
C_p — căldura specifică a gazului la presiunea constantă ;
e — baza logaritmului natural.

II. Criterii de alegere a parametrilor optimi ai unei conducte magistrale pentru transportul gazelor la distanță

Metodologia de calcul al stabilirii parametrilor de bază optimi între anumite limite economice trebuie să țină seama de influența pe care o pot avea următorii factori :

1. *Diametrul conductei* este un factor foarte important, care determină debitul gazului transportat și, întrucît consumul de metal depinde în primul rînd de diametrul conductei, diametrul optim trebuie să se determine pe baze tehnico-economice.

Dacă formula de bază utilizată pentru calculul capacității de transport se scrie sub forma :

$$Q = K_1 \sqrt{d^{5,33}} \tag{6}$$

unde K_1 cuprinde restul parametrilor consideraţi constanţi, pentru un diametru d_1, capacitatea de transport este :

$$Q = K_1 \sqrt{d_1^{5,33}} \tag{7}$$

iar pentru un diametru d_2 capacitatea de transport este :

$$Q_2 = K_1 \sqrt{d_2^{5,33}} \tag{8}$$

Dacă se împart relațiile (7) și (8) :

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \sqrt{\frac{d_1^{5,33}}{d_2^{5,33}}} \tag{9}$$

sau :

$$Q_2 = Q_1 \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^{2,665} \tag{10}$$

rezultă că debitul unei conducte pentru transportul gazelor este direct proporțional cu diametrul la puterea 2,655. În situația în care diametrul unei conducte se dublează, debitul crește de 6,3 ori.

Economicitatea transportului de gaze la distanță prin conducte magistrale nu ține seama de bilanțul energetic (transportul gazelor este cu atît mai economic cu cît presiunea în conductă este mai mare, consumul de energie fiind minim la presiuni mai mari de 200 ata), ci de bilanțul economic. Acest bilanț economic se face în funcție de costurile de investiție comparativ cu cheltuielile de exploatare, determinîndu-se diametrul optim al conductei.

Costurile de investiție cuprind : costuri ce cresc cu majorarea diametrului (valoarea conductei de gaz gata montată), costuri ce scad cu majorarea diametrului (valoarea stațiilor de compresoare) și costurile independente de diametrul conductei (stații de predare, instalații de uscare și de odorizare, linii telefonice).

Cheltuielile de exploatare se compun din cota pentru amortizare, salarii, materiale (combustibili, lubrifianți, energie electrică) și diverse (mijloace de transport, cheltuieli administrative).

Din compararea valorilor de investiție și de exploatare și a timpilor de recuperare, se determină diametrul optim din punct de vedere economic.

2. *Presiunea inițială* este al doilea factor de care depinde debitul unei conducte, iar nivelul acestei presiuni determină diametrul conductei, grosimea de perete, armăturile și lungimea conductei.

Din formula de calcul :

$$Q = 1{,}532 \sqrt{d^{5,33} P_1} \sqrt{\frac{\left(1 - \frac{P_2}{P_1}\right)}{L}} \tag{11}$$

se poate vedea că debitul crește aproape liniar cu presiunea inițială. Deci, pentru a mări debitul unei conducte de un anumit diametru, trebuie mărită presiunea inițială.

Pornind tot de la formula de bază și considerînd presiunea inițială variabilă și deci o creștere a presiunii de la P_{11} la P_{12} se va obține :

$$Q_1 = K_3 \sqrt{P_{11}^2 - P_{12}^2} \tag{12}$$

$$Q_2 = K_3 \sqrt{P_{12}^2 - P_2^2} \text{ sau} \tag{13}$$

$$Q_2 = Q_1 \sqrt{\frac{P_{12}^2 - P_2^2}{P_{11}^2 - P_{12}^2}}$$

Rezultă că debitul conductei crește odată cu creșterea presiunii de intrare (la o dublare a presiunii inițiale debitul se dublează).

Mărimea presiunii inițiale este limitată de presiunea disponibilă la plecare, adică de presiunea orizonturilor de gaze care alimentează conducta. În cazul în care presiunea disponibilă în orizonturile productive scade (presiunea scade cu cantitatea de gaz extrasă), ajungînd la valoarea presiunii nominale a conductei, pentru a menține debitul este necesar fie să se dubleze conducta, fie să se lege la conductă un orizont inferior, însă cu presiunea mai ri-

dicată. Atunci cînd nu este posibilă nici dublarea conductei (rezultînd dintr-un calcul economic) și nici legarea unui orizont cu o presiune superioară, va trebui majorată presiunea gazelor de orizontul respectiv, astfel încît conducta să asigure debitul necesar.

Pentru a releva influența pe care o are creșterea presiunii inițiale asupra majorării capacității de transport din relația de bază :

$$(P_1 - P_2)(P_1 + P_2) = \frac{Q_2}{2{,}347}, \frac{L}{d^{5{,}33}},$$

se poate constata că, pentru o conductă dată, debitul transportat depinde de viteza gazului $f(P_1 - P_2)$ și de volumul specific $f(P_1 + P_2)$. Cum P_2 este constant, debitul depinde numai de P_1, iar valoarea optimă a acestui factor se atinge atunci cînd se utilizează întreaga capacitate de rezistență a materialului conductei. Valoarea presiunii inițiale este determinată de factori tehnico-economici, ca : presiunea de zăcămînt, economicitatea comprimării mecanice, efortul de investiții și prețul de cost.

În privința vitezei gazului, trebuie menționat faptul că aceasta crește cu cît se apropie de punctul final, astfel încît nu se poate stabili o valoare precisă, obișnuindu-se să se limiteze pierderile de sarcină specifică $\frac{P_1 - P_2}{L}$ la anumite valori analizate numai pe baze economice ; pînă în prezent nu s-a stabilit pierderea specifică de sarcină cea mai favorabilă.

Limita superioară a presiunii inițiale în conductele de transportat gaze se stabilește pentru fiecare țară, ținîndu-se seama de factori economici, ca : prețul oțelului, prețul armăturilor, costul instalațiilor de uscare a gazelor, costul comprimării etc.

3. *Influența presiunii finale.* Presiunea finală are o influență mai redusă asupra debitului transportat și coborîrea ei sub anumite valori nu aduce avantaje importante. Presiunile mici la sosire nu asigură o creștere a debitului decît într-o măsură foarte mică. Limita inferioară a presiunii finale se stabilește în funcție de presiunea gazului în rețelele de distribuție.

Presiunea finală influențează substanțial debitul numai pînă la un raport :

$$\frac{P_1}{P_2} \leqslant 2.$$

Peste acest raport sporul de energie se mărește mult, în schimb sporul de debit este neînsemnat. Întotdeauna presiunea finală trebuie luată nu în valoarea ei absolută, ci în raport cu presiunea inițială, pentru a se putea aprecia nivelul energetic al transportului de gaz.

Creșterea presiunii finale peste nivelul necesar, pînă la valoarea presiunii medii din conductă, duce la creșterea volumului de gaz în conductă pe ultima porțiune, sporind astfel capacitatea de rezervă.

4. *Grosimea peretelui țevii* este condiționată atît de solicitările exterioare, cît și de cele interioare, astfel încît la alegerea țevii trebuie să se ia în considerare toate solicitările și să se pună condiția utilizării la maximum a capacității de rezistență a materialului tubular, pentru a putea transporta un debit cît mai apropiat de capacitatea teoretică a conductei.

5. *Lungimea conductei* trebuie să fie corespunzătoare traseului celui mai scurt dintre sursă și consumator. Este necesar să se țină seama de faptul că, cu cît distanța crește la o presiune inițială și finală dată, pierderea specifică de sarcină se diminuează, deci viteza medie pe conductă este scăzută și, în concluzie, materialul tubular nu este utilizat bine. Rezultă că o ridicare a presiunii de la capătul conductei sau pe traseu cu stații de compresoare duce la mărirea energiei potențiale și deci la o utilizare mai bună a conductei.

Lungimea conductelor magistrale pentru transportul la distanță este determinată de amplasamentul schelelor de producție și a centrelor de consum. Lungimile diferitelor variante de traseu admisibile, în general, nu diferă prea mult între ele ; de aceea și influența lor asupra indicilor tehnico-economici ai conductei este mai puțin însemnată.

Pentru a vedea influența lungimii se consideră termenul L din formula de bază ca variabil, iar restul termenelor, ca invariabili. În această situație formula de bază devine $Q = K_2 \sqrt{\frac{1}{L}}$ sau, dacă se scrie această ecuație pentru două lungimi :

$$Q_1 = K_2 \sqrt{\frac{1}{L_2}} \text{ și } Q_2 = K_2 \sqrt{\frac{1}{L_2}},$$

de unde

$$Q_2 = Q_1 \sqrt{\frac{L_1}{L_2}}.$$

adică debitul unei conducte este invers proporțional cu radicalul raportului dintre lungimi. Dacă lungimea unei conducte se dublează, debitul se reduce în proporție de :

$$Q_2 = 0{,}71\, Q_1 \qquad (14)$$

Capacitatea de transport a conductei fiind invers proporțională cu rădăcina pătrată din lungimea conductei, iar valoarea investiției și cheltuielile de exploatare fiind direct proporționale cu această lungime, orice majorare a lungimii traseului va influența în mod negativ, în primul rînd, economicitatea conductei și, într-o măsură mai mică, soluția tehnică

adoptată. Traseul unei conducte magistrale trebuie să îndeplinească în aceeași măsură următoarele condiții :

— să fie cel mai scurt posibil ;

— să permită o execuție de calitate a lucrărilor de construcții și montaj ;

— să prezinte maximum de siguranță în exploatare.

5. *Comprimarea gazelor la pornire sau pe traseu*

Transportul gazelor prin conducte se poate considera economic numai atunci cînd cheltuielile totale sînt minime.

Cheltuielile de investiții sînt minime cînd transportul se face cu presiunea maximă de regim a materialului tubular, astfel încît consumul de oțel să fie minim.

În practică se întîlnesc cazuri cînd conducta nu poate fi utilizată la presiunea ei de regim :

— cînd presiunea naturală a sondelor este mai mică decît presiunea de regim a conductei ;

— la conductele de transport la mare distanță, la care, chiar dacă presiunea inițială este la nivelul capacității de rezistență, totuși, datorită pierderii de sarcină, cea mai mare parte a conductei funcționează la presiuni scăzute.

În ambele cazuri trebuie examinată oportunitatea comprimării gazelor, adică mărirea presiunii fie la plecare sau pe traseu, la nivelul apropiat presiunii de regim, obținîndu-se astfel creșterea debitului transportat.

Consumul de energie necesar transportării gazului printr-o conductă este în funcție de panta hidraulică și va fi mai mic cu cît pierderea specifică de sarcină va fi mai mică. Dacă în formula de bază se înlocuiește :

$$\frac{P_1 - P_2}{L} = K \text{ atunci}$$

$$Q = 1{,}532 \sqrt{(P_1 + P_2)^{d^{5,33}}\, xK}, \qquad (15)$$

rezultă că la presiuni înalte cu aceeași pantă hidraulică, adică cu același consum de energie, se pot transporta debite mult mai mari pe aceeași conductă decît în domeniul presiunilor scăzute.

Variația pantei hidraulice este importantă la alegerea amplasamentului stației intermediare de compresoare pentru ca necesarul de energie să fie minim.

Se poate afirma deci că ridicarea presiunii pe conductele de transport pînă la capacitatea lor nominală de rezistență, fie prin montarea de stații de compresoare la pornire sau intermediare, care să conducă la obținerea unei viteze cît mai mari, iar volumul specific al gazului cît mai redus, are ca rezultat majorarea capacității de transport, ceea ce duce la exploatarea intensivă a sistemului de transport.

Efectul exploatării intensive duce la un minim de investiție la conductele noi, iar la conductele existente, la un însemnat spor anual de debit.

Concluzii

În transportul gazelor naturale la distanță cei mai buni indicatori ai eficacității economice se obțin atunci cînd se realizează o combinare a valorilor ansamblului parametrilor fundamentali ai conductei principale, adică atunci cînd valorile acestor parametri sînt combinate într-un mod în care cheltuielile pentru echipament și exploatarea conductei de transport se reduc la minimum.

Cercetările tehnico-economice efectuate în scopul determinării valorilor optimale ale parametrilor fundamentali ai unei conducte de transport au permis să se tragă concluzia că mărirea capacității de transport antrenează creșterea valorilor optimale ale diametrului conductei și a puterii stațiilor de comprimare și, în același timp, duce la o îmbunătățire a indicatorilor tehnico-economici.

În vederea obținerii în cele mai bune condiții economice de transportat la mare distanță este necesar să se construiască conducte magistrale cu o capacitate ridicată și să se realizeze o combinație optimă de valori pentru parametrii fundamentali (diametrul conductei, presiunea de regim, puterea stațiilor de comprimare etc.).

În transportul gazelor la mare distanță, cei mai buni indicatori tehnico-economici nu pot fi obținuți decît printr-o utilizare completă a capacității de rezistență a conductelor și a puterii stațiilor de compresoare, adică asigurînd în transportul de gaze o presiune inițială destul de ridicată și utilizînd la maximum puterea de lucru a compresoarelor.

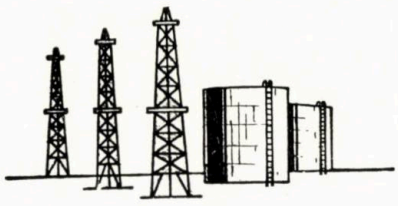
Capacitatea de transport a unei conducte poate fi mărită prin diverse mijloace, a căror valoare economică variază (diametru optim, mărirea presiunii de regim și deci și grosimea pereților conductei, micșorarea distanței între stațiile de comprimare sau mărirea puterii stațiilor de comprimare).

Construirea de stații intermediare de compresoare poate, în unele cazuri, să constituie o soluție judicioasă pentru mărirea capacității unei conducte deja în funcțiune, aceasta conducînd și la îmbunătățirea indicatorilor economici. Construirea unei stații intermediare suplimentare de comprimare poate să ducă la o creștere a capacității pînă la 30%, în timp ce cheltuielile de întreținere se pot diminua cu 4—7%. Dacă se construiesc pe același traseu două sau trei stații de comprimare,

capacitatea de transport creşte pînă la 50—60% şi, respectiv, 70—80%, iar cheltuielile de întreţinere pot să rămînă aproximativ aceleaşi. Construirea unui număr mai mare de staţii intermediare suplimentare de comprimare duce la o creştere a cheltuielilor de exploatare.

BIBLIOGRAFIE

1. Popescu, M. şi Petcu, N. „Captarea transportului gazelor naturale. Ed. tehnică, 1962.
2. * * * Metode de proiectare şi construcţia conductelor magistrale de gaz, CEE, ONU, 1963.
3. Pascal, H. Curgerea nestaţionară a gazelor naturale pe conductele magistrale. Ed. Academiei, Bucureşti, 1967.
4. Motelică, I. şi Tofan, M. Consideraţii tehnico-economice asupra presiunii optime în transportul gazului metan în R.S.R. Simpozion CEE Budapesta, 1967.
5. * * * Simpozion asupra economicităţii în transportul gazelor, CEE—ONU, Comitetului de gaz, 1967.
6. Ungureanu, O. Optimizarea transportului gazelor naturale. Simpozion Mediaş, 1969.
7. * * * Aspecte economice în transportul gazelor la mare distanţă prin conducte CEE—ONU, Comitetul de gaz, 1969—1970.
8. Bulău, L. Curs de transportul ţiţeiului şi gazelor, IPEG Bucureşti, 1970—1971.



Traversarea aeriană a unui rîu cu trei conducte de ţiţei în construcţie sudată

Al. Strat

Traversarea diverselor obstacole naturale sau artificiale cu conducte de ţiţei sau de gaze se execută fie aerian, fie subteran, în funcţie de condiţiile locale şi de calculele tehnico-economice.

Traversările aeriene se execută fie suspendate în cabluri, fie rezemate, cum este cazul celei tratate în prezentul articol.

Intersecţia traseului conductei cu cursul rîului Argeş se află într-o zonă unde acesta curge pe trei braţe, datorită existenţei a două insule. Prezenţa celor două insule în profilul traversării a favorizat alegerea unei soluţii de traversare pe trei deschideri, iar obligativitatea (prin avizele date) de folosire a unor tuburi colectoare de diametru mare pentru cele trei conducte de ţiţei a dus la adoptarea unei soluţii în care cele trei tuburi colectoare să constituie însuşi elementul de rezistenţă al traversării şi care în acelaşi timp serveşte şi pentru protecţia rîului (apei) împotriva poluării cu ţiţei, în cazul unor eventuale scurgeri din conductele de transport.

Astfel, sistemul static al traversării este o grindă cu zăbrele, spaţială, în secţiune triunghiulară, continuă pe trei deschideri, dintre care una centrală de 84 m şi două marginale de 56 m, totalizînd o lungime de 196 m între reazemele extreme.

Cele trei tălpi ale grinzii cu zăbrele sînt formate din înseşi tuburile colectoare şi sînt aşezate în vîrfurile unui triunghi cu latura de 3 m, fiind legate între ele cu diagonale din ţeavă astfel încît nodurile să fie distanţate între ele cu 3,5 m.

Grinda este aşezată pe pile, astfel încît două dintre tuburi formează tălpile inferioare, iar cel de-al treilea — talpa superioară.

Rezemarea pe pile s-a făcut prin intermediul unor aparate de reazem în genul celor folosite la podurile de cale ferată şi la şosele, dintre care 1 ×2 bucăţi articulaţii pe o pilă interioară şi alte 3 ×2 bucăţi mobile aşezate pe celelalte pile.

Pentru preluarea deformaţiilor părţii aeriene din diferenţele de temperatură, racordarea tuburilor colectoare pe porţiunea aeriană cu cele intrate în pămînt s-a făcut prin semilire pe ambele maluri.

Prin faptul că deformaţiile conductelor de transport, datorită încălzirii ţiţeiului, sînt mai mari decît spaţiul dintre conductă şi tub, a fost necesară intercalarea unor manşoane de dilatare, etanşe pe tuburile colectoare, aşezate între grinda cu zăbrele şi semilirele de dilatare, care asigură deplasarea tubului colector o dată cu conducta, în cazul cînd deplasarea conductei ar fi mai mare decît spaţiul din tub rezervat acestui scop.

La capetele tuburilor colectoare s-au montat manşoane de etanşare, pentru ca în cazul unor eventuale defecţiuni ale conductelor de transport pe porţiunea traversării, ţiţeiul să nu se infiltreze în pămînt sau să ajungă în apă, acesta avînd posibilitatea de a ajunge liber în rezervoarele special construite pe maluri.

Materialul tubular folosit la construirea grinzii cu zăbrele a fost :

— pentru tălpi, ţeavă cu diametrul de 609 × 8,74 mm, conform API 5LX din oţel X 52, greutatea de 130 kg/m ;

— pentru diagonale, ţeavă cu diametrul de 169 × 9 mm, conform Gost 8732, din oţel St 3 cu greutatea de 35,29 kg/m.

Ca material de adaos s-au întrebuinţat electrozii Böhler Fox Ev 50.

Greutatea grinzii cu zăbrele este de circa 108 t la care se adaugă greutatea celor trei conducte de transport din interiorul tuburilor, a izolaţiei termice şi a rolelor de susţinere, rezultînd circa 158 t, iar, în final, dacă se ia în considerare şi greutatea ţiţeiului, ajungîndu-se la o cifră finală de 196 t.

Organizarea execuţiei lucrărilor

În cele ce urmează se va insista asupra modului de execuţie şi de montare a grinzii cu zăbrele, ca element de rezistenţă, a montării conductelor de transport şi a lirelor de dilataţie. Restul operaţiilor, ca : probarea conductelor, montarea rolelor, învelişul termoizolant, pasarela de serviciu etc. nu vor mai fi descrise, fiind lucrări de execuţie curentă, suficient de cunoscute.

Iniţial, s-a prevăzut executarea prefabricată a segmenţilor de grindă în lungime de 21 m, în imediata apropiere a axului traversării, după care urmau să fie ridicaţi pe un eşafodaj de 50 m lungime, asamblaţi şi deplasaţi pe măsură ce se forma grinda.

Aceste prevederi nu au fost aplicate, deoarece :

— nu se putea asigura o contrasăgeată pe deschiderea centrală, avînd în vedere estetica lucrării ;

— reclama folosirea țevilor de lungimi fixe, și anume de 10,5 m, fapt care ar fi dus la tăierea lor și, în final, la greutăți mai mari de realizare în condiții optime a sudurilor cap în cap;

— greutăți la cuplarea tronsoanelor, avînd în vedere caracterul lor spațial;

— o eventuală greșeală la unul din tronsoane se reflecta la toate celelalte din urmă.

Pentru a elimina cele arătate mai sus, în final, s-a stabilit:

a) numărul de tronsoane să fie limitat la trei, îmbinarea lor făcîndu-se în vecinătatea zonelor de moment nul din deschiderea centrală;

b) executarea grinzii să se facă pe sol, în imediata apropiere a traversării și în axa ei;

c) să se asigure din construcție contrasăgeata necesară;

d) trasarea tălpilor grinzii să se facă astfel, încît sudarea diagonalelor să nu se execute peste sudurile cap la cap ale tuburilor și aceasta mai ales în zona momentelor maxime, atît din reazemele interioare, cît și între deschideri.

În acest scop s-a amenajat o platformă de lucru lungă de circa 120 m, conform figurii 1, plasată pe malul stîng al rîului. Diferența de nivel dintre platforma de lucru și palierul ca-

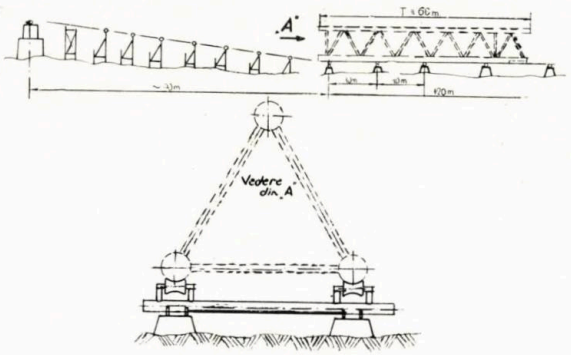


Fig. 1. Platforma de lucru

prelor-suport dintre pile fiind de 1,76 m ducea la o pantă de 2%, valoare care nu putea crea probleme deosebite la riparea tronsoanelor către locul de asamblare.

Țevile cu diametrul de 609 au fost asamblate în tronsoane de circa 72 m, iar altele, cu lungimea de circa 60 m.

Sudura s-a executat la masă, pe ring interior de formă specială (fig. 2), deoarece era necesară limitarea eventualelor scurgeri interioare care ar fi putut crea greutăți la tragerea conductelor de țiței prin interior.

Cele trei tronsoane au fost apoi decalate, astfel încît peste sudurile cap în cap să nu se suprapună sudurile diagonalelor.

Trasarea s-a făcut pe bază de calcul folosind relațiile cunoscute din trigonometrie, avînd în vedere faptul că axele diagonalelor trebuiau să concure pe axa țevilor cu diametrul de 609, pentru a nu se crea momente în noduri și, în final, tensiuni suplimentare de care nu s-a ținut seama în calcule.

Schema de trasare și distanțele respective sînt arătate în figura 3, iar schema de asamblare a grinzii în figura 4.

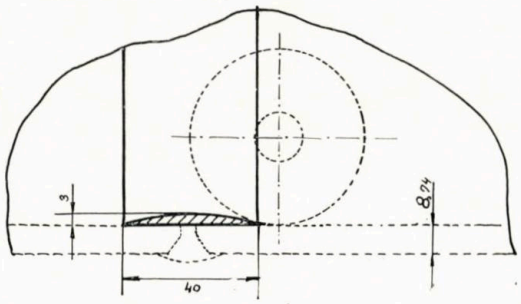


Fig. 2. Forma ringului interior pentru sudarea cap în cap a țevilor Ø 609.

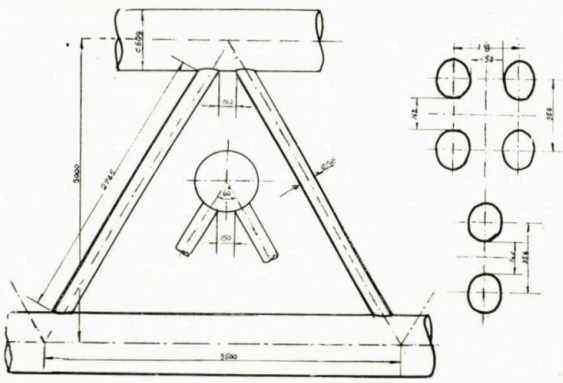


Fig. 3. Schema de trasare a tălpilor grinzii.

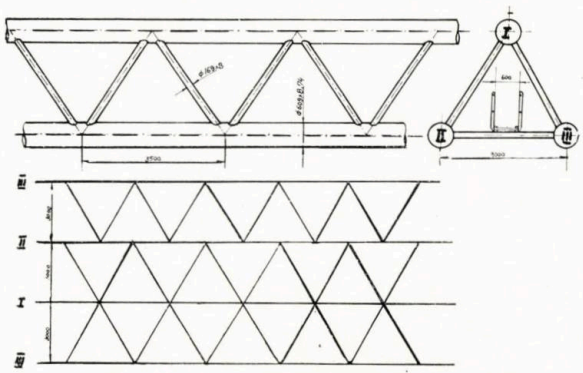


Fig. 4. Schema de asamblare a grinzii cu zăbrele.

După această operație s-a trecut la legarea tălpilor inferioare ale primului tronson al grinzii, prin intermediul diagonalelor respective. Diagonalele s-au tăiat cu flacără oxiacetilenică, cu ajutorul unui șablon construit special pentru tăierea după o curbă în spațiu, în condițiile date. Lungimea lor s-a determinat pe bază de calcul, însă a fost ajustată de fiecare dată în funcție de abaterile locale existente datorită nerectilinității perfecte a tuburilor.

După fixarea lor provizorie, s-a trecut la sudarea definitivă cu cîte doi sudori, după schema din figura 5, în sectoare diametral opuse, concomitent, pentru reducerea la maxim a tensiunilor interne.

Odată sudate definitiv diagonalele de tălpile inferioare, întregul panou a fost verificat asupra orizontalității, după care s-a ridicat talpa superioară la înălțimea necesară, cu ajutorul a trei capre prevăzute cu cîte o macara diferențială de 5 t.

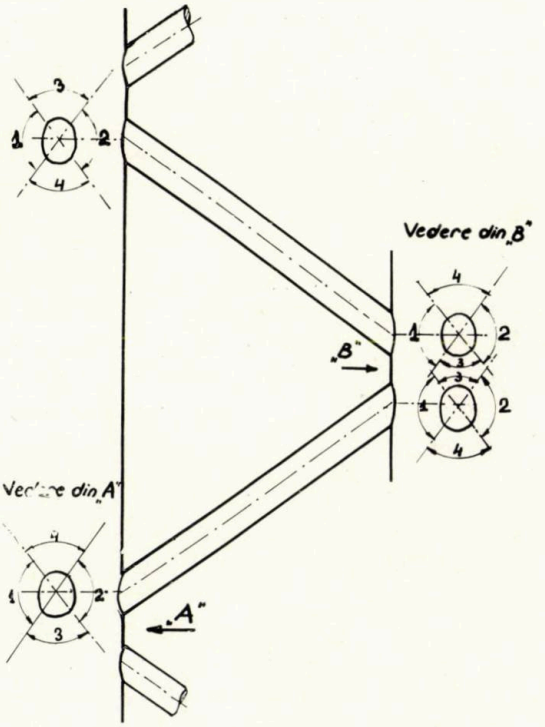


Fig. 5. Schema de sudare a diagonalelor din planul orizontal

Pentru asigurarea distanței necesare între tălpi s-au intercalat dispozitivele din figura 6, după care a început montarea zăbrelelor laterale după trasaj și sudarea lor provizorie.

Asamblarea s-a făcut conform figurii 4 iar sudura definitivă a zăbrelelor s-a executat cu cîte patru sudori, sudînd concomitent în sectoare diametral opuse, în trei straturi, cu decalarea corespunzătoare între straturi, în conformitate cu schema din figura 7.

Sudura s-a executat pe grupe de cîte patru zăbrele însă decalat.

Deoarece săgeata pe deschiderea marginală era mică, nu s-a mai dat contrasăgeata din construcție, aceasta urmînd a fi dată numai pe deschiderea centrală.

De aceea zăbrelele laterale s-au sudat definitiv numai pe prima deschidere de 56 m, după care restul, de circa 11 m, considerați în consolă, au fost ridicați în sus, aproximativ după ecuația săgeții, atît tălpile inferioare și, prin intermediul dispozitivului în mod automat, și talpa superioară, după care s-a trecut la sudarea zăbrelelor ca mai sus.

Astfel asamblat primul tronson s-a deplasat spre capătul platformei de lucru, pentru a face loc execuției tronsonului II.

Pentru asigurarea unei îmbinări corecte între tronsoane, în poziția lor definitivă, tălpile tronsonului II au fost puse în prelungirea tălpilor tronsonului I și numai după aceea s-a început sudura în aceeași ordine.

Bineînțeles că și aici s-a dat curbura necesară și numai după aceea s-a trecut la sudura

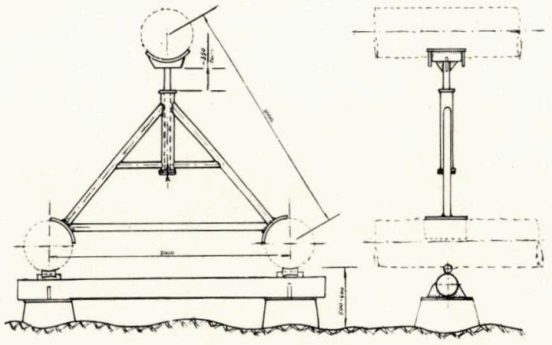


Fig. 6. Dispozitivul de distanțare.

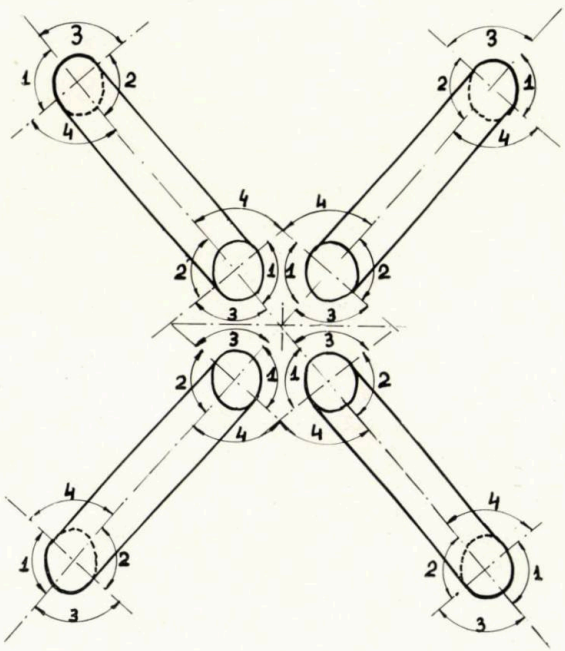


Fig. 7. Schema de sudură a diagonalelor din panourile laterale.

zăbrelelor laterale, după ce în prealabil s-a mai verificat încă o dată continuitatea tălpilor în vederea sudurii la poziție a tronsoanelor.

În modul arătat mai sus s-a executat și tronsonul III, în lungime de circa 71 m.

Schema de lucru a tronsoanelor comparate cu diagrama momentelor încovoietoare și a forțelor tăietoare este arătată în figura 8.

Înainte de deplasarea fiecărui tronson, s-a introdus cîte un fir de sîrmă cu diametrul de 4 mm în fiecare talpă care, înainte de cuplare, urmau să fie înnădite, creîndu-se astfel posibilitatea de a se introduce cablul de tracțiune cu care urma să se tragă tronsoanele de transport.

În paralel cu executarea primului tronson s-au executat și rampa de deplasare cu panta

de 2% arătată mai sus, precum și caprele de susținere dintre pile.

Distanța dintre capre, avînd în vedere sarcinile mari și posibilitatea tasărilor sau a eventualelor abateri în execuție, s-a stabilit

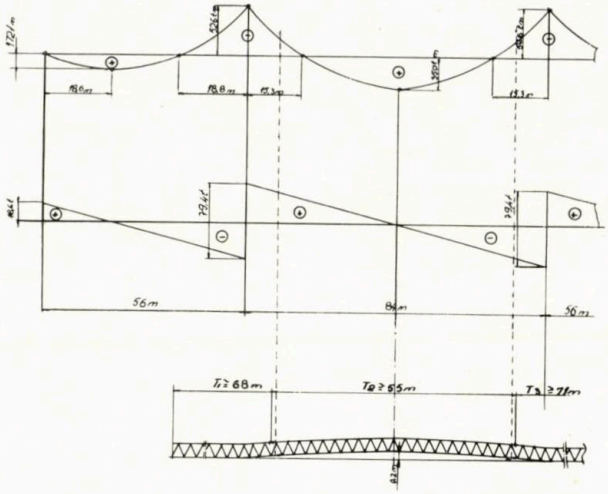


Fig. 8. Platforma și schema de lucru a tronsoanelor.

de 13,5 m, astfel încît un tronson să se sprijine în orice moment pe patru capre.

Caprele au fost prevăzute cu role care permiteau și deplasări laterale. În acest scop s-au modificat corespunzător rolele uzate de la tractoarele pe șenile S 100.

Schema unei asemenea capre este arătată în figura 9.

Deplasarea laterală a fost lăsată de ± 20 mm.

Pentru deplasarea tronsoanelor s-au folosit un tractor S 80, cu granic ancorat în punct fix, și un palan cu demultiplicare 6, iar în ajutor două lansatoare T.L. 3, cu dispozitiv corespunzător pentru ridicarea capătului dinspre înainte, în eventualitatea că s-ar fi împiedicat în role.

Pentru preîntîmpinarea oricăror surprize, pe fiecare capră, în partea laterală a rolelor, s-au sudat pe grinda principală suporturi laterale cu diametrul de 168 mm, așa cum se vede în figura 9, jocul fiind de cîte 35 mm.

În această etapă a lucrărilor, problemele cele mai mari le-au ridicat deplasarea tronsonului II, care avea curbură pe toată lungimea, săgeata maximă fiind de 200 mm, deoarece trebuia ridicat pe distanțe mai mari pe verticală, precum și ținerea lui în lansatoare la ieșirea capetelor din spate din zona unei role, mai ales că lungimile tălpilor nu erau egale.

Trecerea din poziția înclinată în poziția orizontală pe rolele de transport s-a făcut astfel, încît tronsonul să se afle cu un nod de rolă, pentru a nu crea eforturi de încovoiere în tălpi.

După tragerea tronsoanelor pe palier, s-a trecut la asamblarea lor prin suduri de poziție.

Pentru manevrarea tronsoanelor în vederea cuplărilor s-au folosit două prese hidraulice de cîte 60 t, două lansatoare T.L. 3 și un tractor cu granic.

Sudura s-a executat fără ring interior, cu doi sudori.

Deoarece la controlul radiografic două din cele șase suduri au fost cu nepătrunderi mai mari decît prevedeau condițiile de admisibi-

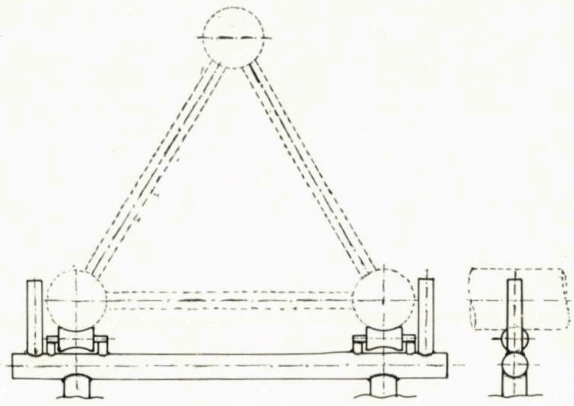


Fig. 9. Capră cu role.

litate la lucrările de acest gen, remanierea s-a făcut prin completarea sudurii la rădăcina din interiorul tubului, bineînțeles după ce s-au luat toate măsurile de protecție a muncii, avînd în vedere spațiul închis și deplasarea sudorului în tub pe o lungime de 66 m.

Montarea reazemelor cu role s-a făcut ținînd seama de variațiile de lungime, după ce s-a verificat orizontalitatea întregului ansamblu.

Introducerea tuburilor de transport în tălpi s-a făcut utilizînd aceeași platformă de lucru, tragerea lor realizîndu-se cu cablu, din partea opusă, după ce în prealabil au fost probate, izolate și montate suporturile cu role.

Semilirele de dilatație s-au executat cu aceeași rază de curbură și s-au introdus una în alta, montîndu-se apoi prin sudură în capătul manșoanelor de dilatare.

La terminarea lucrării, s-au făcut verificări asupra modului de montaj și de lucru la reazemele mobile, precum și asupra orizontabilității și s-a măsurat săgeata (fig. 10).

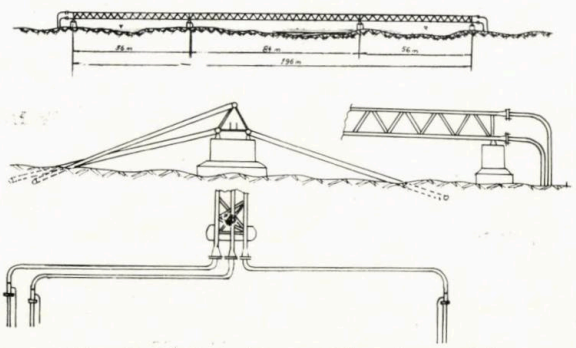


Fig. 10. Vedere de ansamblu a traversării.

În anexă se pot vedea diverse aspecte din timpul execuției lucrărilor, precum și imagini de ansamblu ale traversării, lucrare care, ca formă, caracteristică și mod de execuție, este unică în țară.

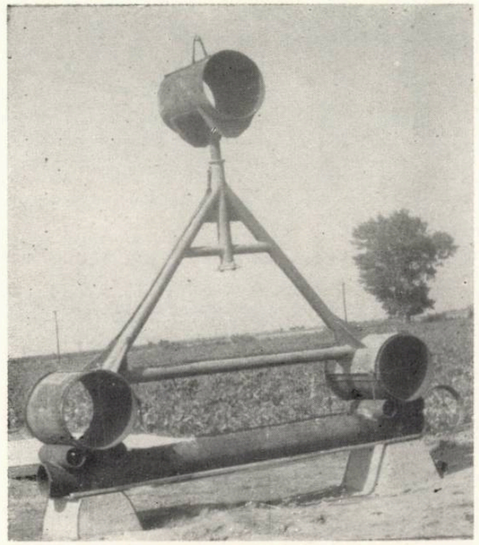


Fig. 1. Vedere parţială a platformei de lucru.

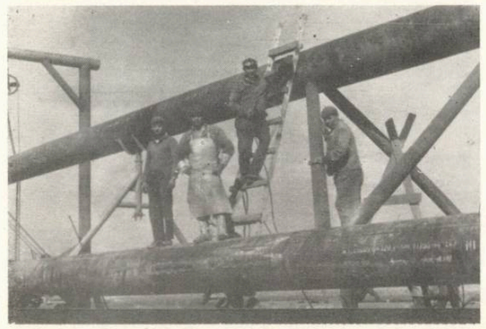


Fig. 2. Vedere asupra formării grinzii cu ajutorul dispozitivului din figura 6

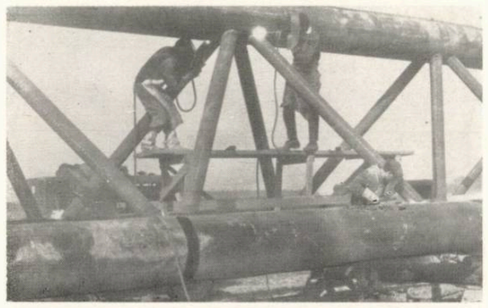


Fig. 2'. Vedere asupra modului de sudură a diagonalelor conform schemei din figura 7

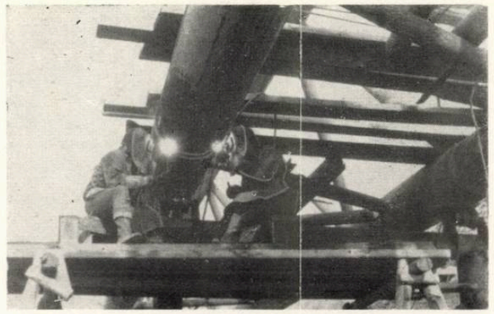


Fig. 3. Vedere asupra sudării tronsoanelor.

Fig. 4

Fig. 5

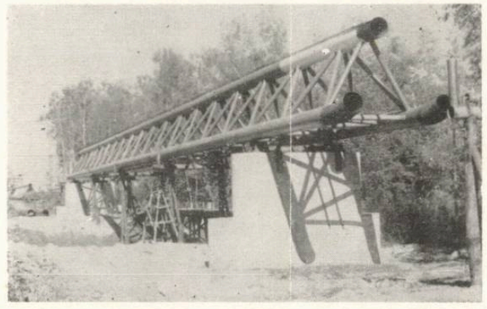


Fig. 6

Fig. 4, 5, 6. Vederi de ansamblu asupra platformei de lucru şi a modului de ripare a tronsoanelor.

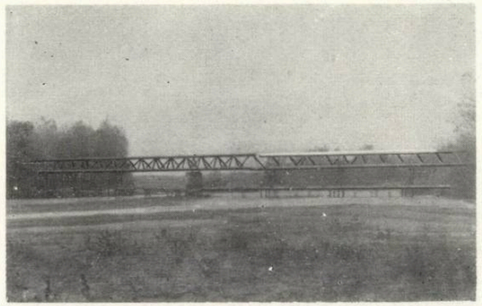


Fig. 7

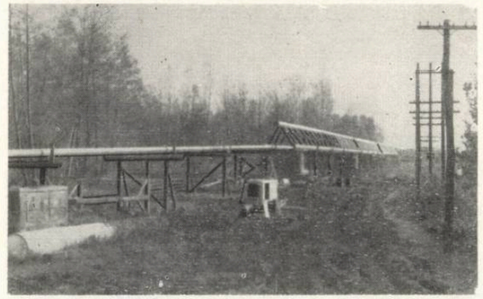


Fig. 8

Fig. 7, 8. Vedere de ansamblu a tronsoanelor pe pile

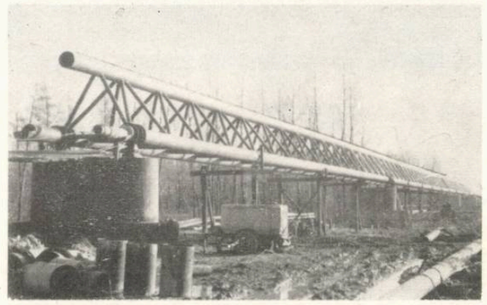


Fig. 9. Vedere asupra modului de introducere a tronsoanelor de transport

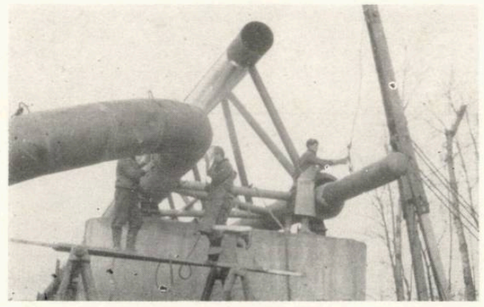


Fig. 10

Fig. 11

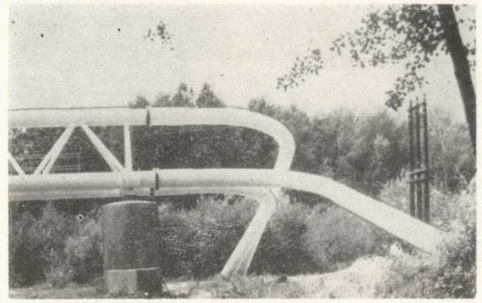


Fig. 12

Fig. 10, 11, şi 12. Vederi asupra modului de montare a manşoanelor de dilatare şi a curbelor

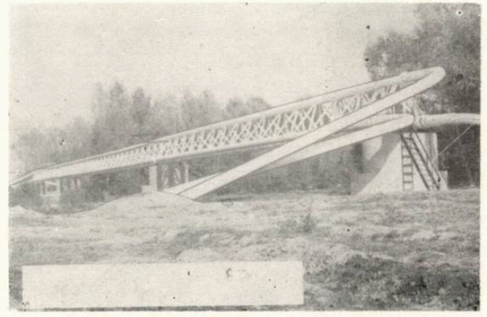


Fig. 13. Vederi de ansamblu asupra lucrării finite

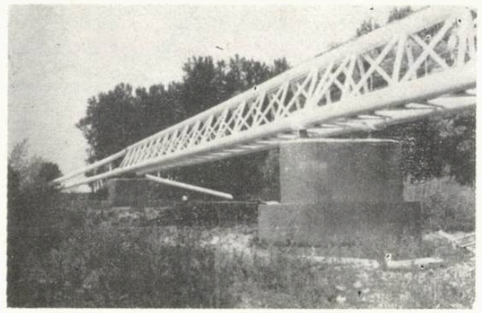


Fig. 14

Fig. 16

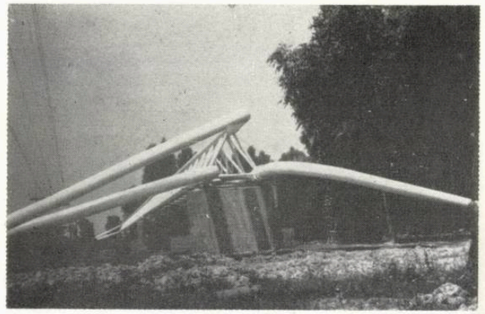


Fig. 15

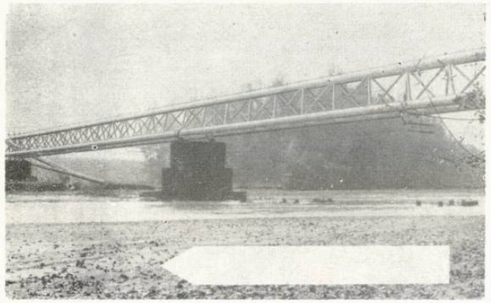


Fig. 17

Fig. 14, 15, 16 şi 17. Vedere de ansamblu a traversării

REALIZĂRI DIN INDUSTRIE

Echivalentul metrajului peste plan: 2 sonde

Folosirea cu eficiență sporită a instalațiilor de foraj, organizarea mai bună a producției, întărirea disciplinei la locul de muncă, au fost permanent în atenția petroliștilor unităților din cadrul Grupului industrial pentru foraj și extracție — Pitești. Ca urmare, primele două luni ale anului 1972 au fost încheiate cu realizări de seamă printre care amintim săparea peste plan în această perioadă a unui metraj care echivalează cu adîncimea a două sonde noi.

100 de studii eficiente

La Grupul industrial de foraj și extracție a țițeiului din Ploiești sînt în curs de elaborare și aplicare, în acest an, peste 100 de studii și soluții pentru satisfacerea nevoilor imediate ale producției, pentru organizarea mai bună a muncii, reducerea cheltuielilor materiale, creșterea productivității muncii, folosirea optimă a utilajelor și instalațiilor, îmbunătățirea activității de conducere, programare, lansare și desfășurare a proceselor economice în extracție și foraj.

Eficiența economică antecalculată a acestor studii depășește 5,5 mil. lei.

4000 metri forați peste plan de sondorii moldoveni

Controlul funcționării turbinelor de foraj a constituit tematica unor studii întocmite și aplicate în bazinul petrolifer al Moldovei, pe baza cărora timpul neproductiv de săpare a fost redus cu 5%. Aplicarea altor studii valoroase a contribuit la mărirea capacității de lucru a sapelor de foraj în straturile de rocă, ceea ce permite menținerea lor în lucru o perioadă mai îndelungată.

Efectul economic al acestor realizări s-a materializat în forarea, peste prevederi, a 4000 m și în scurtarea termenului de săpare a două sonde, cu cîte 10—15 zile.

Diversificarea producției de utilaj petrolier

La Uzina „1 Mai" Ploiești a fost omologată prima instalație transportabilă pentru lucrări de punere în producție a sondelor „P—80" și a pregătit realizarea instalației complexe de foraj „F—320 D". Tot la această mare uzină urmează să se producă și alte tipuri de instalații de foraj cu sarcini mari la cîrlig pentru adîncimea de 8000 m și să se diversifice agregatele de cimentare A.C.—400 și A.C.—700.

În planul tehnic al Uzinei de utilaj petrolier — Tîrgoviște, pentru acest an se înscriu: asimilarea a 6 tipuri de instalații transportabile pentru forajul geologic și forajul cu apă; producerea armăturilor de uz general pentru foraj și extracție — cu sertar paralel.

Gama reductoarelor fabricate la „Neptun" — Cîmpina se va îmbogăți cu 9 noi tipuri care vor fi folosite la acționarea de la distanță a armăturilor, din foraj și extracție.

Indici buni în activitatea de foraj

În primele două luni ale anului 1972, sondorii Întreprinderii de foraj—Craiova au întrecut cu 16,7% nivelul vitezei medii de foraj înregistrată în aceeași perioadă din anul trecut. Totodată, timpul neproductiv a fost diminuat cu 9% în vreme ce productivitatea muncii a sporit cu 12% față de primele două luni ale anului 1971. Ca rezultat, la sondele cu termen de foraj în ianuarie și februarie graficele au fost devansate, în medie cu cîte două zile, iar prețul de cost s-a situat sub nivelul stabilit. A început, de asemenea forajul la patru sonde noi.

Modernizarea instalațiilor de foraj

Modernizarea instalațiilor de foraj în scopul sporirii randamentului acestora stă permanent în atenția specialiștilor din sectorul de foraj. Printre măsurile luate în acest scop amintim montajul sitelor vibratoare pe habele de noroi, unitarizarea manifoldurilor, montarea de electrocompresoare pe remorca instalațiilor T—50, sistematizarea instalației de lumină pe turlă la instalațiile T—50 și altele.

Numeroase măsuri de modernizare sînt datorate inovatorilor ploieșteni. Așa este, de pildă, sistematizarea instalațiilor de forță și lumină la sondele 4LD și 2DH, inovație a colectivului condus de C. Ghiza, cu efecte economice postcalculate de 348 mii lei. Evidențiem, de asemenea, modernizarea instalației de forță și lumină la instalația T—50, propusă de un colectiv condus de ing. I. Scarlat, care s-a soldat cu șase luni de folosire cu economie de peste 250 mii lei.

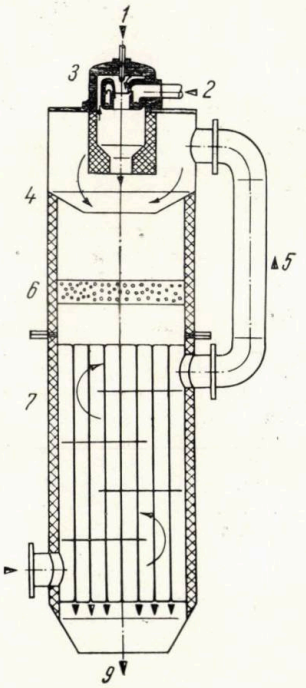
NOTE TEHNICE

Arzătorul R în instalațiile de epurare a aerului uzat

Prin faptul că arzătorul R include în construcția sa și camera de ardere, iar căldura de combustie este evacuată în formă de gaze fierbinți dezactivate, acesta se recomandă, în special, pentru încălzirea instalațiilor termice sau catalitice, de epurare a aerului. Dimensiunile reduse ale arzătorului ca și energia de miscibilitate a gazelor fierbinți evacuate cu viteză mare asigură montarea economică a instalației de epurare.

În plus există posibilitatea unei arderi de reducție în arzătorul R în cazul reducerii de oxizi de azot.

Ca material de combustie se pot folosi păcură EL și toate gazele de ardere uzuale.



1 — combustibil; *2* — aer de ardere; *3* — arzător R cu cameră de ardere și oxidare; *4* — cameră de amestec și oxidare; *5* — aer uzat preîncălzit; *6* — catalizator; *7* — schimbător de căldură; *8* — aer uzat încărcat organic; *9* — aer uzat epurat.

Ciclul de cascadă clasică

În ciclul „cascadă clasică", temperatura gazului de lichefiat este coborîtă prin schimburi de căldură succesive cu fluide în fierbere sau vaporizare la temperaturi din ce în ce mai joase, permiţînd a se răci GNL (gazul natural lichid) la −162°C. Fiecare treaptă de răcire constă în condensarea unui lichid refrigerent sub presiune care la sfîrşit este evaporat la o presiune inferioară. Natura fluidului, a presiunii de condensare şi a presiunii de evaporare determină temperatura de condensare şi temperatura de evaporare, adică suprafaţa de funcţionare a treptei de răcire considerată.

Pentru a se obţine lichefierea gazului natural este necesar să se recurgă la mai multe fluide refrigerente, cel puţin trei. Numărul treptelor de răcire trebuie să fie deci cel puţin egal cu trei. Cu toate acestea în scopul de a se micşora cheltuiala de energie şi de a se apropia de reversibilitate, fiecare ciclu de lichid refrigerent foloseşte mai multe trepte de presiune, în general trei, ceea ce reprezintă un total de nouă stadii de temperatură.

În Uzina de la Arzew, cele trei fluide distincte, propanul, etilena şi metanul, se găsesc în stare pură. Propanul şi metanul se găsesc în gazul natural, ceea ce permite compensarea pierderilor din instalaţie. Pentru a compensa pierderile de etilenă, se poate recurge, de exemplu, la descompunerea alcoolului etilic, (soluţie iniţială la Arzew) sau acesta poate fi adus din import sub formă lichidă, la presiunea atmosferică (soluţie adoptată final). Procedeul necesită trei compresoare, cîte unul pentru fiecare fluid refrigerent, fiecare compresor avînd trei sau patru aspiraţii la presiuni diferite. Inconvenientele acestui procedeu îl reprezintă numărul de circuite (unul de fiecare fluid refrigerent plus circuitul de gaz natural) care dau o reglare greoaie din cauza interacţiunii dintre diferitele circuite. Procedeul rămîne interesant pentru instalaţiile mici, cu capacitate sub un miliard de metri cubi pe an, sau dacă gazul natural este în mod excepţional bogat în metan.

Spectrometru de masă cu dublu fascicul

Societatea AEI Scientific Apparatus a pus în funcţiune un spectrometru de masă cu dublu fascicul „MS−30", care dă posibilitatea studierii a două probe simultan şi independent unul de altul.

Fiecare din aceste două probe este introdusă într-o sursă de ioni. Cele două fascicule de ioni sînt deviate independent unul de altul, de către aceeaşi analizori electrostatic şi magnetic, trecînd prin două deschideri diferite şi sînt detectate de doi colectori diferiţi. Se obţine astfel înregistrarea simultană a două spectre, care permite compararea directă.

Chimiştii pot astfel să realizeze operaţii care erau imposibil de efectuat cu spectrometrele de masă clasice. Ei pot studia două probe identice în condiţii diferite, de exemplu la temperaturi sau la presiuni variabile sau chiar de a regla diferit energia celor două fascicule. Se poate astfel regla modul în care se doreşte să se studieze fiecare fascicul.

Ei pot, de asemenea, să înregistreze simultan în condiţii identice spectrele a doi compuşi diferiţi dintre care unul este cunoscut şi altul necunoscut.

DOCUMENTARE

A g a g u s e i n o v, I u. A. ş.a. **Metodă de calcul a instalaţiilor de foraj plutitoare de tip cu autoridicare pentru forajul sondelor pe mare.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 2, febr. 1972, p. 6.

Particularităţile specifice de exploatare a instalaţiilor de foraj plutitoare (IFP), şi anume : autonomia, lipsa de propulsie, condiţia de a sta mult timp în poziţie pe amplasamentul sondei sub orice vînt şi agitaţie a mării, impun cerinţe deosebite pentru asigurarea fiabilităţii şi securităţii unor astfel de instalaţii.

În lucrare se descrie metoda de calcul a IFP elaborată de Ghipromorneft (Institut de stat pentru proiectarea utilajului petrolier marin). Se fac recomandări cu privire la determinarea sarcinilor principale la care este supusă instalaţia şi la alegerea schemei de calcul. Se precizează coeficienţii de siguranţă ce trebuie luaţi pentru securitatea instalaţiei.

J e s t o v s k i, A. D. **Determinarea pe cale analitică a orientării în spaţiu a găurilor de cheie în sondă.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 2, febr. 1972, p. 13.

Se ştie că formarea găurilor de cheie în pereţii sondelor este provocată de eforturile de apăsare din garnitura de foraj. Plecînd de la presupunerea, că sistemul tridimensional de forţe ce acţionează asupra garniturii de prăjini în intervalul deviat, are o rezultantă, se prezintă formulele pentru determinarea pe cale analitică a mărimilor rezultantei şi orientării în poziţia extremă a direcţiei sale de acţionare. Bazîndu-se pe acest fapt, autorul prezintă formulele pentru determinarea orientării poziţiei extreme a capătului superior al găurii de cheie formată în partea mijlocie a intervalelor deviate a sondelor în foraj.

Ş i ş o v, V. A. ş.a. **Determinarea în condiţii industriale a coeficientului efectiv de amestecare în regim turbulent a pastei de ciment cu fluidul de foraj.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 2, febr. 1972, p. 18.

În baza datelor obţinute din mai multe experienţe efectuate în mod special cu fluidele de foraj şi pastele de ciment la o sondă în sapă s-a elaborat relaţia $Pe = f(Re_{med})$, (Pe — parametrul adimensional Peklet), care permite determinarea lungimii şi volumului zonei de amestecare în regim turbulent de curgere a pastei de ciment cu fluidul de foraj în procesul de cimentare a coloanei tubate.

Aplicarea practică a relaţiei elaborate se exemplifică cu un calcul numeric al volumului pastei de ciment din zona de amestecare cu concentraţii cuprinse în limitele $0{,}1 < c < 0{,}6$ (c — concentraţia pastei de ciment în amestec) ceea ce permite determinarea volumului optim de pastă de ciment, necesar pentru o cimentare reuşită. Cunoaşterea lungimii intervalului cu fluid coagulat din zona de amestecare a fluidului de foraj cu pasta de ciment permite calculul pierderilor hidraulice suplimentare, ceea ce este deosebit de important pentru calculele cimentării sondelor.

În lucrare se arată, că în unele cazuri lungimea părţii cu fluid greu pompabil ajunge la 20% din înălţimea spaţiului inelar.

P o p o v, A. N. ş.a. **Particularităţile cinematicii interacţiunii armării sapei cu roca la dislocarea depozitelor terigene.** În : Burenie, nr. 2, febr. 1972, p. 8.

Pentru dislocarea depozitelor terigene din zăcămintele petrolifere sînt caracteristice vitezele mecanice reduse şi avansările mici pe sapă. La sapele uzate în aceste depozite este caracteristică uzura specifică cu autoascuţire a dinţilor de pe coroanele periferice.

În scopul explicării cauzelor vitezei mecanice de foraj reduse, s-a reprodus grafic sub forma profilului dinţilor uzaţi cinematica interacţiunii armării coroanelor periferice cu roca. Analizarea cinematicii interacţiunii arată că dinţii de pe coroanele periferice formează pe talpă o cremalieră persistentă. Totodată se constată că drept suprafaţă de apăsare pentru sapă servesc faţetele laterale şi scobiturile dinţilor şi nu vîrfurile lor. Drept rezultat al apăsării specifice reduse

a armării sapei pe talpă scade viteza mecanică de avansare. Interacțiunea dintre sapă și fațetele laterale provoacă eforturi mari de încovoiere alternative, ceea ce duce la ruperea dinților.

Pentru forajul în roci terigene sînt indicate sapele armate cu pasul mic al dinților. Totodată dinții periferici trebuie să fie în formă de T, care să disloce la pereții găurii sondei cremaliera formată pe talpă și astfel să-i slăbească rezistența.

Așrafiian, M. O. ș.a. **Cu privire la rezistența pe care trebuie să o aibe dopul de ciment pentru tăierea pragului de deviere la resăparea cu turbina a găurii sondei.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 2, febr. 1972, p. 21.

Se stabilește rezistența pe care trebuie să o aibe dopul de ciment în cazul cînd rolul lui este de a tăia pragul de deviere în scopul resăpării cu turbină a găurii sondei în condițiile influenței factorilor geologo-tehnici. S-a determinat mărimea modulului de deformație necesar pentru cimentul întărit în funcție de tipul ansamblului de deviere a garniturii de foraj, cînd cimentul întărit trebuie să servească de sprijin reducției strîmbe.

S-a stabilit relația analitică între duritatea p_{p_2} după poanson a cimentului în funcție de duritatea p_{p_1} a rocilor ; modul de dislocare a peretelui lateral și tălpii, ținînd seama de coeficientul de proporționalitate C ; apăsarea axială pe sapă D_s ; efortul de deviere P_{dev} ; raportul dintre suprafața sapei SK_1 care vine în contact cu peretele lateral și suprafața tălpii, SK_2

Se trag concluzii practice referitoare la tăierea pragului pentru săpare.

*** **Dezvoltarea producției petroliere în China.** În : Petroleum Press Service, **XXXIX**, nr. 2, 1972.

China a trecut, în ultimii trei ani, de la locul al 19-lea la locul al 14-lea pe scara mondială a producătorilor de petrol. Între anii 1968 și 1970, producția de petrol s-a dublat, atingînd 20 mil. t. În cursul anului trecut s-a anunțat oficial o nouă creștere de 27,2 %, ceea ce ridică totalul la circa 25,5 mil. t.

Rezervele stabilite de țiței în China au fost recent estimate la 780 mil. t, fără să se țină seamă de rezervele recent descoperite în vestul provinciei Tsaidam.

O declarație oficială asupra producției de țiței în anul 1971 afirmă, de asemenea, că producția a depășit cifra prevăzută. O parte din producția de petrol provine din zăcăminte noi descoperite — producția zonei Taching a crescut cu peste 20 % și noi sonde au intrat în producție în zonele Yumen, Sanghai, Sinkiang și Szechwan. De asemenea, producția, relativ scăzută, de gaze naturale a crescut cu 25 %, datorită descoperirii unui nou zăcămînt în provincia Sakiang.

Capacitatea de rafinare a crescut, de asemenea, cu 16 % în cursul anului trecut, cu mult mai puțin însă decît producția de petrol.

În cursul celui de al doilea semestru al anului trecut prețul produselor petroliere a fost redus.

*** **Creșterea prețurilor și scăderea forajului în S.U.A.** În : Petroleum Press Service, **XXXIX** nr. 2, 1972.

În S.U.A. costul mediu al forării și al echipamentului unei sonde de petrol a crescut cu 7 % în anul 1970, față de anul precedent, după cum rezultă din studiul efectuat de Institutul american de petrol. Dacă se ține seama de sondele de petrol și de gaze naturale ca și de cele neproductive, costul mediu a atins 94 885 dolari pe unitate în anul 1970 față de 88 554 dolari în anul 1969. Totalitatea cheltuielilor de forare și echipare pentru toate sondele s-a ridicat la 2 579 mil. dolari. În anul 1970 s-au forat 22 177 sonde deci cu 2 304 mai puțin decît în anul precedent.

În perioada 1960—1970, costul mediu al forării unei sonde a crescut cu 73 %. Unul dintre factorii care au contribuit la această creștere este și adîncimea mai mare la care se forează sondele în prezent, media crescînd de la 4 224 picioare în anul 1960 la 5037 picioare în anul 1970.

Evaluarea cheltuielilor totale pentru explorarea, dezvoltarea și producția de petrol și gaze naturale arată că acestea au crescut în S.U.A. cu 27 % din 1969 și se ridică la circa 9 000 mil. dolari. Numărul total de sonde terminate în anul 1970 a scăzut cu 7,8 % și adîncimea totală forată cu 7,9 %.

Un raport recent al Consiliului Național al Petrolului asupra perspectivelor energiei în Statele Unite estimează că venitul brut al producției americane de petrol și gaze naturale va scădea de la 12 750 mil. dolari în anul 1970 la 11 200 mil. dolari în anul 1985, dacă prețul petrolului nu va crește. Raportul prevede, de asemenea o creștere importantă a importului în anul 1985 — 14 420 000 barile/zi petrol și 6,28 trilioane picioare cubice gaze naturale.

*** **Exploatarea unui zăcămînt de petrol în Congo (Brazzaville)** În : Petroleum Press Service, **XXXIX** nr. 3, 1972.

La sfîrșitul anului trecut, societatea Elf a început exploatarea noului zăcămînt petrolier „Emeraude", cu o producție inițială de 500 000 t/an ; pentru anul 1974 se prevede o producție de 2 mil. t/an. Zăcămîntul Emeraude este situat la circa 20 km în largul coastei în dreptul localității Pointe Noire.

Punerea în valoare a zăcămîntului a necesitat soluții tehnice complexe pentru care s-au cheltuit 9,4 miliarde franci. Orizontul productiv se găsește la o adîncime relativ redusă sub fundul mării (250—300 m) sub 90 m apă. Presiunea zăcămîntului este redusă, producția unei sonde este scăzută și țițeiul are o mare viscozitate. Rezervele acestui zăcămînt sînt estimate la 100 mil. t.

Pînă în prezent au fost forate 17 sonde cu ajutorul a șapte platforme a căror înălțime atinge 91 m.

Petrolul produs este colectat într-o platformă centrală, de unde este pompat la Djeno, pe coastă, printr-o conductă de 16" diametru. O altă conductă transportă acest petrol, traversînd localitatea Pointe Noire, pînă la stația de la Rivière Rouge unde este încărcată în petroliere printr-o conductă de 22" diametru.

Alekperov, V. T. ș.a. **Cu privire la colmatarea depozitelor permeabile în procesul de foraj al sondelor.** În : Burenie, nr. 2, febr. 1972, p. 37.

Se arată, că prin dirijarea procesului de colmatare a stratelor permeabile, se reduce în mare măsură probabilitatea prinderii garniturii de foraj.

Se analizează amănunțit influența diferiților factori asupra intensității colmatării. Printre factorii analizați, se enumeră valoarea permeabilității inițiale a rocilor, durata de filtrare a fluidului de foraj, căderea de presiune, precum și tratarea fluidului de foraj.

Se arată că pentru a preveni prinderile garniturii de foraj, trebuie luate anumite măsuri, printre care utilizarea unor adaosuri speciale pentru tratarea fluidelor de foraj.

Șreiber, G. K. ș.a. **Determinarea durabilității prăjinilor de foraj din oțel.** În : Burenie, nr. 2, febr. 1972, p. 33,

Se propune o metodă pentru determinarea durabilității prăjinilor de foraj din oțel. Metoda permite determinarea anduranței prăjinilor de foraj din oțeluri de diferite rezistențe, în condițiile diferitelor intensități de deviere a găurii sondei, precum și stabilirea duratei de foraj mecanic, în cadrul căreia prăjinile nu sînt supuse degradării sub acțiunea solicitărilor complexe însumate.

Trofimenko, I. A. **Utilizarea sapelor cu lame la traversarea depozitelor salifere.** În : Burenie, nr. 2, febr. 1972, p. 3.

În urma analizării lucrului sapelor cu lame, s-a stabilit că la traversarea depozitelor salifere, avansarea pe sapă crește de 2,0...2,5 ori față de sapele cu conuri și, în mod corespunzător, se reduce durata operațiilor de introducere și extragere.

Prin micșorarea timpului necesar pentru operațiile de introducere și extragere se reduce numărul de accidente tehnice de fund provocate de ruperea prăjinilor în intervalele reprezentate prin depozite salifere cavernoase (izbirea la introducere a garniturii de foraj în pragurile din pereții găurii).

Azimov, B. A. ș.a. **Cercetarea cu ajutorul modelului electric a influenței diferenții de viscozitate între țiței și apă asupra inundării unui zăcămînt de țiței.** În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **52**, nr. 1, ian. 1972, p. 23.

În cadrul cercetării condițiilor de exploatare prin inundare intraconturală se scoate în evidență caracterul influenței ordinii și ritmului de punere în exploatare a sondelor, ținînd seama și de diferența dintre viscozitățile lichidelor aflate în mișcare. Cu ajutorul modelului electric se dovedește influența acestei diferențe atît asupra duratei de exploatare, cît și asupra valorii coeficientului de permeabilitate K a zăcămîntului. K atinge valoarea sa finală maximă la punerea succesivă în exploatare a sondelor. Cît privește caracterul inundării zăcămîntului în perioada inițială a exploatării sale, el nu depinde de ritmul și succesiunea sondelor de injecție prin care se face inundarea intraconturală.

L i d o r e n k o, N. S. ș.a. **Element integrator electrochimic cu mercur pentru contoarele înregistratoare a timpului de mașină.** În : Izmeritelnaia tehnika nr. 2, febr. 1972, p. 63.

În legătură cu dezvoltarea electrificării industriei și mai ales cu lărgirea volumului de cercetări și de studiere a fiabilității și anduranței diferitelor mașini și utilaje, devin necesare felurite contoare pentru măsurarea cantității de electricitate.

Largi posibilități pentru construcția unor astfel de contoare le oferă metodele chemotrone. Unul din sistemele electrochimice cu cele mai mari perspective le prezintă sistemul electrochimic cu mercur.

În cadrul acestor posibilități se prezintă integratorul cu mercur, care se poate utiliza drept element principal în schema pentru contorul înregistrării timpului de mașină prevăzut cu citire vizuală. Se descrie integratorul.

Z a i ț e v, V. M. **Cu privire la particularitățile prelucrării datelor cercetării sondelor după metoda extracțiilor stabilite din colectoare fisurate.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 2, febr. 1972, p. 30.

În baza datelor analizării materialului geologic de schelă și a datelor de cercetare a sondelor după metoda extracțiilor stabilizate, se constată că în cazul colectoarelor fisurate și, dacă datele de cercetare se trec în coordonatele $\frac{\Delta p}{Q}$ și Q (Δp — căderea de presiune, at ; Q — debitul, t/zi), este caracteristică prezența a trei feluri de curbe indicatoare. Prezența fiecărui grup de curbe se explică prin manifestarea separată sau combinată a forțelor de inerție prin relația dintre permeabilitatea stratului și presiune, precum și prin relația dintre capacitatea activă și căderea de presiune la talpa sondei.

S-a stabilit că în cazul filtrației lichidului prin stratul poros și fisurat, forma curbelor indicatoare este caracterizată în principal de relația dintre permeabilitatea colectorului și presiune.

Autorul lucrării propune un procedeu mult mai simplu și eficient pentru determinarea coeficienților din formula afluxului de lichid în sondă, bazat pe datele de cercetare a sondelor cu extracții stabilizate.

*** **Producția de gaze în Japonia** În : Petroleum Press Service, XXXIX, nr. 2, 1972.

În luna ianuarie e anunțată o descoperire importantă de petrol în Japonia, efectuată cu platforma de foraj „Hakuryu II". Situată la 30 km în largul coastei localității Niigata, la o adîncime a apei de 70 m, sonda a atins o adîncime de 2 900 m și a întîlnit trei straturi de gaze. Încercările au permis să se evalueze producția probabilă la 2 mil. m³/zi, care ar fi mai importantă decît a celorlalte zăcăminte de gaze naturale.

Aceasta vine în sprijinul prevederilor comitetului de petrol din consiliul energetic care indică cifra de 2 500—20 000 mil. m³/an în anul 1985, ceea ce reprezintă o expansiune de 1 200 % inclusiv importul de gaze naturale lichefiate care va crește și el în această perioadă.

Importul este limitat în prezent la 1 mil. t/an gaze naturale din Alaska, ceea ce reprezintă 1 miliard m³. În cursul anului viitor se vor importa gaze naturale de la Brunei, —5 mil. t/an — și este probabil că mai tîrziu să se importe gaze naturale din Australia, Iran și U.R.S.S..

Consiliul estimează că importul de gaze naturale lichefiate va fi de 7,1 miliarde m³ gaze naturale, dar că în 1975 livrările vor depăși 28 miliarde m³/an care se vor adăuga la o producție indigenă de 20 miliarde m³/an.

S o k o l o v a, T. G. ș.a. **Influența compoziției mediului de dispersie asupra structurii și proprietăților unsorilor cu săpun complex de calciu.** În : Kolloidnîi Jurnal, **33**, nr. 6, noiemb.-dec., 1971, p. 895.

Unsorile cu săpun de calciu, obținute din fracțiuni parafin-naftenice și aromatice, separate din uleiuri industriale, au o rezistență ridicată, o higroscopicitate scăzută și o tendință de întărire mai mare, decît a unsorilor obținute direct din uleiul inițial. Aceasta se explică prin dispersia mai mare a particulelor de săpun în timpul cristalizării din fracțiuni de hidrocarburi. Adăugarea la fracțiunea parafinică, în proporție de 3 % a unor rășini extrase din uleiul inițial, micșorează acțiunea de îngroșare a săpunului de calciu, îmbunătățind higroscopicitatea și gradul de solidificare a unsorilor.

B o n d a r c i u k, I u. V. și B a r n n i c, V. P. **Mărirea stabilității la oxidare a uleiurilor prin adăugare de hidroxizi.** În : Neftianaia i gazovaia promîșlennost, nr. 6, noiemb.-dec., 1971, p. 39.

Mărirea stabilității uleiurilor se poate realiza prin adăugare de inhibitori, de natură chimică diferită, solubili în ulei : fenoli, amine, naftoli, compuși cu sulf și cu fosfor. S-a constatat că, în prezența urmelor de hidroxizi, rămase în ulei de la procesul de neutralizare, stabilitatea la oxidare crește. În literatură există studii efectuate pe hidrocarburi pure, care indică posibilitatea de frînare a procesului de oxidare prin introducerea de hidroxid de sodiu. În ceea ce privește acțiunea hidroxizilor asupra oxidării produselor petroliere, datele existente în literatură sînt contradictorii. Studiile autorilor au arătat, că există o cantitate optimă de hidroxid, care trebuie adăugată pentru mărirea stabilității. Depășirea acestui optim conduce la formarea unor săruri, care catalizează procesul de oxidare.

G o l u b e v, N. A. ș.a. **Studiul densității uleiului MS—20 în funcție de temperatură în apropierea temperaturii de congelare.** În : Izvestiia vîșșih ucebnîh zavedenii, Neft i Gaz, nr. 10, 1971, p. 77.

Pentru calculul densității țițeiului și a produselor petroliere, în intervalul de temperatură 0—60°C, există tabele, care permit corecția densității cu temperatura. Aceste tabele nu pot fi folosite pentru temperaturi scăzute, apropiate de temperatura de congelare. De aceea autorii au stabilit experimental o corelare densitate-temperatură pentru uleiul MS—20, de forma :

$$d_4^t = d_4^{20} - K(t - 20)$$

în care d_4^t este densitatea uleiului la temperatura t°C, d^{20} densitatea uleiului la 20°C, K constantă egală cu $4{,}7 \cdot 10^{-5}$.

*** **Nou material izolant la temperaturi înalte** În : Pètrole Informations, nr. 1220, mart. 1972

Firma belgiană Microtherm Europa N. V. fabrică un material izolant pentru temperaturi înalte.

Acest material se compune din silice, dintr-un agent opacifiant și din fibre anorganice ; el este fabricat sub formă de plăci. Datorită structurii sale microporoase (diametrul mediu al porilor este de circa 1μ m) coeficientul său de conductibilitate termică este foarte scăzut chiar în domeniul temperaturilor înalte.

Materialul izolant microtherm rezistă la temperaturi pînă la 1 000°C un timp îndelungat și poate fi supus, un timp foarte scurt, la o temperatură de 1 200°C. În afară de aceasta acest material posedă proprietățile mecanice necesare pentru a fi prelucrat, este neimflamabil și nu este bun conducător de electricitate.

Microtermul este mai scump decît materialele izolante obișnuite, ca fibrele ceramice, dar folosirea lui oferă avantaje importante, întrucît grosimile necesare pentru stratul izolant sînt mult mai mici.

Microtermul poate fi folosit în toate cazurile în care este necesar să se recurgă — dat fiind dimensiunile exterioare reduse — la straturi izolante de grosime foarte mică. De asemenea, pentru dimensiuni exterioare date, folosirea acestui material permite obținerea unui spațiu interior mărit.

INFORMAȚII TEHNICO-ECONOMICE

În U.R.S.S. este prevăzut ca în prima parte a anului 1972, să fie pus în producție giganticul zăcămînt de gaze Siberan-Medvezie. Se prevede ca în al doilea trimestru al anului 1972 producția să fie de 16 mil. m³/zi urmînd ca pînă la sfîrșitul anului 1975 să se ridice la 100 mil. m³/zi. Producția inițială va fi obținută din 10 sonde. Primele livrări de gaze vor fi făcute la centrele industriale de pe flancurile de vest ale Uralilor prin o conductă lungă de 800 km care se va lega cu o conductă existentă la Punga. Cea mai mare parte din conductă va fi de 48 in = 1219 mm, dar aproximativ 100 km din partea de nord a traseului, în apropiere de orașul Nadim, va fi de 56 in =1422,4 mm, prima conductă sovietică de acest diametru.

În Italia societatea de stat Ente Nazionale Idrocarburi (ENI) are o activitate vie în Italia.
ENI are zece platforme fixe în operație în apele de coastă din fața Ravenei. În aceeași zonă sînt active mai multe platforme mobile. ENI și-a extins activitatea și în apele de lîngă Calabria și Sicilia. Pînă în prezent, ENI a săpat 183 sonde marine cu un metraj total de 64 000 m. Aproximativ 67% sau 123 sonde sînt productive. O sondă ERNESTO NORD în fața coastelor Abruzzilor a atins 6071 m fiind sonda cea mai adîncă din Italia și cea mai adîncă sondă marină din Europa. Sonda a fost însă sterilă.

Întreprinderea sovietică de comerț exterior Soiusneftexport a semnat un acord cu societatea Neste Oy prin care U.R.S.S. va livra gaze naturale Finlandei, începînd cu anul 1974, 0,5 miliarde m³ în anul 1974, 1 miliard m³ în anul 1975, 1,1 miliarde în anul 1976, pentru a atinge 1,4 miliarde m³ în anul 1984.
Finlanda va livra în schimb țevi produse în centrul metalurgic de la Rantaruukki.

U.R.S.S. proiectează mărirea capacității de transport a conductei „Prieteniei" pînă la 50 mil. t/an în anul 1975. Această conductă, de 5 000 km lungime, își va mări productivitatea prin punerea în funcțiune a noi tronsoane și prin creșterea presiunii lichidului transportat. De la construirea sa în 1962 prin această conductă au fost transportate 190 mil. t țiței din U.R.S.S.
Descoperirea unui zăcămînt de petrol din Bielorusia, a cărui producție s-a ridicat la 6 mil. t în anul 1971 și ale cărui rezerve sînt evaluate la 20—30 mil. t/an, va face ca exportul în țările Europei de vest și de est să crească și mai mult în viitor.

În Afganistan, ministrul industriei a semnat un acord cu Uniunea Sovietică privind asistența tehnică pentru construirea unei conducte de transport al gazelor, al cărei traseu va urmări fluviul Amu, din Afganistanul de nord pînă în U.R.S.S., de unde se vor importa gaze naturale.

În Anglia, British Petroleum a comandat principalele structuri a două platforme fixe destinate zăcămîntului de la Forties. Ele vor fi construite pe două noi șantiere care vor fi amenajate la Nigg Bay pe Firth de Cromarty și la Middles bourough pe Tess. Aceste platforme care vor costa 20 mil. lire sterline, vor fi livrate în anul viitor și vor avea 150 m înălțime.

În Franța, a fost terminată prima fază a programului de mărire pînă la 90 mil. t/an a capacității de transport al rețelei de conducte sud europene, prin darea în funcțiune a noi conducte între Fos și Lyon. Conducta, de 61 cm diametru, va avea o capacitate de transport de 8 mil. t/an. Secțiunea Fos-Lyon a conductei de 102 cm diametru, care merge spre Strassbourg, va fi de asemenea terminată în cursul acestui an.

În Finlanda va începe în cursul anului viitor construirea unei conducte pentru transportul gazelor naturale din U.R.S.S. Conducta, construită din țevi de 800 mm diametru, va traversa istmul Careliei, constituind o prelungire de 160 km lungime a conductei dintre Belusoov și Leningrad care a intrat în funcțiune.

În Austria, vînzările de produse petroliere au crescut în medie cu 8,9%, ajungînd la 9 730 000 t/an. Conținutul maxim de plumb admis în bazine a fost redus de la 0,7 la 0,40 g/l.

În Marea Britanie, mărirea capacității de rafinare a rafinăriei de la Grangemouth, care va trata producția zăcămîntului Forties, constă în instalarea unui complex de hidrotratare care va costa 16 mil. lire sterline și care va fi primul de acest fel construit în Marea Britanie și cel mai mare din Europa. Instalația, care va intra în funcțiune în cursul anului viitor, cuprinde o unitate de distilare sub vid cu o capacitate de 60 000 barile/zi, o unitate de producere a hidrogenului, o unitate de hidrocracare pentru 30 000 barile/zi distilate și o unitate de recuperare și de producere a sulfului.

În Franța a intrat în producție zăcămîntul de gaze naturale de la Cardesse, în Aquitania. Producția inițială de 200 000 m³/zi va fi ulterior dublată. Rezervele acestui zăcămînt sînt estimate la 2 miliarde m³. Gazele naturale din acest zăcămînt, care a fost descoperit în anul 1970, la o adîncime de 5 000 m, sînt bogate în condensate și au un conținut foarte redus de sulf (0,3%).

În Olanda, prețul de vînzare al benzinelor auto superioare și obișnuite a crescut de la 1 ianuarie cu 5,3 centime olandeze la litru.

În Republica Democrată Germană, datorită intrării în funcțiune a conductei de transport al gazelor naturale Salzwedel-Senftenberg, producția de gaze naturale va crește de la 600 mil. m³ în 1971 la 5 400 mil. m³ în acest an și la 11 500—14 000 în anul 1975. Livrările de gaze naturale din U.R.S.S. vor începe în anul viitor.

În Indonezia prețul de vînzare al benzinei a crescut cu 16,5%.
În Australia, parlamentul statului Victoria a aprobat construirea la Newport a unei centrale termoelectrice de 1 mil. kW funcționînd cu gaze naturale. În prezent, dat fiind că zăcămintele de gaze naturale din Strîmtoarea lui Bass nu vor mai aproviziona Noua Galie de Sud, statul Victoria va putea folosi o cantitate mai mare de gaze naturale pentru producerea energiei electrice.

În Canada se estimează că rezervele de gaze naturale din regiunea Arctică Canadiană ar fi de 15 000 miliarde picioare cubice — suficiente deci pentru a realiza proiectul de conductă de transport al lui Gas Artic Systems fără a mai aștepta o unire cu Prudhoe Bay.

În S.U.A. Comisia Federală a Energiei a dispus efectuarea unui studiu de ansamblu și a unei analize a rezervelor de gaze naturale ale țării, zăcămînt cu zăcămînt. Este primul studiu de acest fel efectuat de Comisia Federală a Energiei, în urma criticilor aduse referitoare la faptul că această comisie acordă prea multă încredere cifrelor furnizate de întreprinderile petroliere. Societatea Națiunilor Unite a admis în principiu crearea unui fond al Națiunilor Unite pentru prospectarea resurselor naturale mondiale. Țările participante vor contribui cu un fond de minimum 100 000 dolari pe an și țările care vor primi acești bani vor plăti în schimb 1% din valoarea resurselor naționale descoperite.

În Japonia, cererea de gaze naturale se va ridica la 34 mil. t/an în anul 1985, dintre care 20,8 mil. t/an vor fi importate și 13,2 mil. t/an vor fi produse în țară. În anul 1970, în Japonia s-au consumat 2,6 mil. t/gaze naturale (976 000 t importate și 1,7 mil. t produse în țară).

În Liban se va construi o unitate de cracare catalitică cu o capacitate de 7 250 barile/zi, precum și unități de distilare sub vid la rafinăria de la Tripoli. Prin darea în funcțiune a acestor noi instalații se va mări producția de benzine cu indice octanic ridicat.

În Belgia, programul de investiții al societății Distrigaz pentru dezvoltarea rețelei de conducte va atinge 2,8 mil. franci belgieni. O treime din această

sumă va fi consacrată racordării conductei Poppel-Beregnies care va fi efectuată cu țevi de 900 mm diametru. O conductă de 500 mm diametru și 70 km lungime va lega stația de recomprimare de la Wrinkele la Warnant-Dreye în apropiere de localitatea Huy, ceea ce va permite aprovizionarea cu gaze naturale a acestei regiuni și a Marelui Ducat de Luxemburg. Distrigaz efectuează, de asemenea, studii pentru realizarea unui depozit de gaze naturale de 60 mil. m^3 într-o mină de cărbuni dezafectată.

În Austria s-a constituit o societate pentru finanțarea construcției conductei transaustriacă prin care se va importa gaze naturale din U.R.S.S. în Italia. Costul acestui proiect este de 3 500 mil. șilingi.

În Republica Federală a Germaniei se va construi la Hamburg un rezervor subteran pentru stocarea gazelor naturale, cu o capacitate de 80—100 mil. m^3 situat la sud-est de orașul Reitbrook, care va costa circa 29 mil. D.M. De asemenea, se prevede construirea, la sfîrșitul acestui deceniu a unui depozit similar în nord-vestul orașului într-o mină de sare.

Olanda și Republica Federală a Germaniei au căzut de acord asupra mijloacelor de luptă eficiente contra poluării rîului Ems. Orice deversare de ape reziduale industriale în acest rîu va fi interzisă; întreprinderile industriale din regiunile Delft și Groningue vor trebui să-și construiască bazine de decantare.

În Africa, cele cinci țări ale Uniunii Vamale din Africa Centrală: Gabon, Republica Centrală Africană, Camerunul, Ciadul și Republica Congo au proiectat construirea a două noi rafinării, dat fiind că această soluție este preferabilă aceleia de a mări capacitatea rafinăriei existente la Port Gentil, în Gabon.

Cele două noi unități de rafinare urmează să fie construite la Pointe Noire, în Congo Brazaville și în Camerun.

În S.U.A. Comisia Federală a energiei a autorizat construirea unei rețele de conducte de transport al petrolului de 476 km lungime în Texas și în Oklahoma pentru deservirea cu gaze naturale a 5 state din sud-estul Statelor Unite. Rețeaua va pleca din rezervele din bazinul de la Deep Ankardo care se ridică la circa 945 miliarde m^3 pentru a ajunge la Wilberton în Oklahoma, deservind astfel 600 000 de consumatori. Costul lucrărilor va fi de 65,5 mil. dolari.

În Venezuela se va construi o a doua uzină de desulfurare pe insula Aruba în Marea Caraibilor, cu o capacitate de desulfurare a 100 000 barile/zi. Uzina va desulfura petrol din Venezuela care va fi apoi revîndut după desulfurare în partea de est a Statelor Unite.

În Canada se va construi o conductă de transport al gazelor naturale de 5 500—6 000 km lungime între insulele din Marea Artică și Montreal sau Toronto. Capacitatea de transport a conductei va fi de 3 miliarde picioare cubice zi. Lucrările vor fi terminate în cursul anului 1975.

În Coreea de Sud se vor construi instalații de depozitare a petrolului, pe insula Cheju în largul coastei de sud a țării, care vor necesita cheltuieli de investiții de 150 mil. dolari.

În Indonezia, Natomas a descoperit, în largul coastei de sud-est a peninsulei Sumatera, la 13 km la nord de zăcămîntul de la Cinta și la 20 km la sud de zăcămîntul de la Zelda recent descoperit, un zăcămînt cu un debit de 5 000 barile/zi de petrol cu densitate 31—33° API și cu un conținut redus de sulf.

În Italia s-au importat în anul 1971 114 mil. t țiței (mai mult cu 11,2 % față de anul 1970), dintre care 54,7 din Orientul Mijlociu (mai mult cu 6,6 % decît în anul 1970), 35,6 % din Africa și în special din Libia (cu 25 % mai mult față de anul 1970), 7,7 % din U.R.S.S. și 2 % din Venezuela (cu 8,2 % mai mult decît în 1970).

În S.U.A., Societatea Gulf Oil a pus la punct un procedeu de rafinare prin care se mărește cu 30 % cantitatea de benzine care poate fi extrasă dintr-un baril de țiței. Această metodă este deosebit de importantă în prezent cînd obligativitatea folosirii bazinelor fără aditivi cu plumb este extinsă din ce în ce mai mult.
Prin noul procedeu, 70 % din țiței poate fi transformat în benzină, în timp ce în prezent randamentul este de numai 55 %. Acest procedeu poate fi folosit la majoritatea țițeiurilor, inclusiv la trei sferturi din cele produse în S.U.A.; nu poate fi folosit însă la țițeiul importat din Venezuela și care formează majoritatea importului de petrol american.
Acest procedeu combină cracarea catalitică fluidă de la cea de a treia fracționare cu hidrodesulfurarea.

Danemarca a încheiat recent un acord cu Canada pentru împărțirea platformei continentale dintre regiunea arctică canadiană și insula Groenlanda. Împărțirea s-a efectuat aplicînd principiul echidistanței între coastele fiecărui teritoriu.

În Israel zăcămîntul din Muntele Sinai a produs în anul 1971 circa 6 000 000 t țiței, din care jumătate au fost exportate.

În S.U.A., Agenția de protecție a mediului înconjurător a propus o reglementare, cerînd fabricanților de benzine ca pînă la 1 iulie anul viitor să fabrice o calitate de benzină fără plumb. De asemenea, a propus o reducere treptată a conținutului de plumb pentru toate benzinele obișnuite și super.

RECENZII

CONSTANTIN M. BONCU: **CONTRIBUȚII LA ISTORIA PETROLULUI ROMÂNESC**. Ed. Academiei R.S.R., București, 1971.

Rod al unei activități de cercetare de peste un deceniu, volumul „Contribuții la istoria petrolului românesc", apărut în Editura Academiei Republicii Socialiste România, constituie cea dintîi monografie, întocmită pe baze științifice, care prezintă istoricul extragerii, al prelucrării și al comercializării petrolului în țara noastră din cele mai vechi timpuri și pînă la sfîrșitul secolului al XIX-lea.

Lucrarea, pe care o prezentăm cititorilor în rîndurile de față, tratează problematica petrolului românesc în timp, după criterii cronologice; după ce face o succintă incursiune în antichitate, autorul se oprește asupra începuturilor extracției petrolului în Țările române și insistă asupra exploatării țițeiului, îndeosebi în secolul al XIX-lea, pînă la interferența acestuia cu veacul nostru. Întreaga cercetare este solid sprijinită de un număr impresionant de documente, depistate în arhive, cea mai mare parte din ele fiind inedite.

Petrolul, cunoscut încă dinaintea stăpînirii romane în Dacia, a contribuit, împreună cu agricultura, meșteșugurile și comerțul, la dezvoltarea economiei pe cuprinsul pămîntului românesc; importanța țițeiului crește în secolele premergătoare epocii moderne, dar mai cu seamă în veacul al XIX-lea, contribuind la apariția și dezvoltarea relațiilor de producție capitaliste, a clasei muncitoare, la progresul economic și social al poporului român.

Volumul introduce pe cititor, mai întîi, în lumea antică; texte vechi menționează petrolul și formele variate de utilizare a lui în Egipt și Mesopotamia, în Grecia și Imperiul roman; prezența petrolului este întîlnită și în China, Japonia și Persia. Herodot scrie, în secolul al V-lea î.e.n., că asfaltul era extras dintr-un puț, cu ajutorul unei cumpene, de care se lega un burduf de piele. Plutarch vorbește despre o „groapă a focului", iar Strabon amintește o „mină de asfalt" printre bogățiile Apoloniei din Iliria.

Pe teritoriul patriei noastre, cea mai veche mărturie, scrisă despre existența petrolului provine de la scriitorii romani, care vorbesc despre focurile nestinse de la Lopătari — Buzău. Săpăturile arheologice atestă existența și folosirea petrolului brut încă înainte de stăpînirea romană în Dacia; din perioada care a urmat, pot fi amintite urme ale utilizării țițeiului în unele puncte de pe cuprinsul patriei noastre; la Tîrgșorul Vechi, lîngă Ploiești, s-au descoperit mai multe obiecte funerare din secolul al III-lea e.n., între care se aflau și „bobițe de bitum", folosite de populația dacică locală; urme de bitum s-au descoperit și mai tîrziu în inventarul așezărilor rurale daco-romane, precum și în perioada migrației popoarelor, în plină ascensiune a prefeudalismului.

Lucrarea prezintă evoluția utilizării petrolului în veacurile „lungi" ale feudalismului; bitumul descoperit pe fragmentele de ceramică din secolele XIV—XV, tot la Tîrgșorul Vechi, probează nu numai existența unei surse locale abundente de petrol, dar și faptul că populația din aceste părți a continuat să trăiască, fără întrerupere, la nordul Dunării începînd din timpuri străvechi pînă în perioada întemeierii statelor feudale românești și, apoi, în continuare, în veacurile următoare.

Astfel de urme de bitum au fost descoperite și în alte puncte de la nordul Dunării, iar în sprijinul continuității băștinașilor, autorul aduce și argumente de ordin lingvistic; poporul nostru a folosit în limba vorbită și scrisă cuvîntul „păcură", care derivă din latinescul „picula"; acest fapt și neexistența, în limba niciunui popor vecin cu noi, a cuvîntului amintit formează un argument că denumirea — scrie autorul —„ a fost dată de către romani în timpul stăpînirii lor în Dacia și că populația daco-romană, rămasă în nordul Dunării, după retragerea stăpînirii romane, a continuat să folosească acest cuvînt, transmițîndu-l generațiilor care au trăit pe acest pămînt...".

Parcurgînd paginile volumului, devii și mai pasionat atunci cînd autorul abordează atestările documentare despre existența petrolului românesc; prima mențiune, în document, despre petrol datează din 4 octombrie 1440 și indică zăcăminte de țiței și valorificarea lor prin fîntîni în localitatea Lucăcești din Moldova; pentru Țara Românească, cel mai vechi document este din 22 noiembrie 1517, pe vremea lui Neagoe Basarab, menționînd existența surselor de păcură în ținutul Prahovei.

Deosebit de interesante sînt mărturiile străinilor despre petrolul românesc în feudalism; în anul 1596, Giovanni Bottero Benese vorbește despre „uleiul mineral" din dealurile localității Țintea; tot cam în această vreme, Sivori, secretarul lui Petru Cercel, amintește despre o specie de bitum din munții Țării Românești; doi călători străini remarcă prezența, la sfîrșitul secolului al XVIII-lea, a două „fabrici de gudron" la Telega; în anul 1646, călătorul Bandinus scrie că a văzut la Lucăcești, în Moldova, „... cîteva izvoare care țîșnesc din vinele pămîntului ..."; foarte prețioase sînt și informațiile date de Dimitrie Cantemir, domnul Moldovei, care rămîne impresionat de mulțimea izvoarelor de păcură de pe Valea Tazlăului Sărat, în apropiere de Moinești — Bacău.

În plină orînduire feudală, petrolul a atras repede atenția claselor dominante, care și-au dat seama de profiturile provenite din exploatarea lui; are loc un proces de deposedare a țăranilor moșneni și răzeși de terenurile producătoare de țiței; pe de altă parte, domnia instituie monopolul extracției și comercializării acestui produs, realizînd importante profituri; așa se explică și convulsiunile sociale, menționate de documente.

O dată cu aplicarea Regulamentului Organic, regimul petrolului din Țara Românească și Moldova se unifică; monopolul domnesc este desființat, zăcămintele de țiței trecînd în posesia proprietarilor de terenuri, în subsolul cărora ele se aflau. Deși nu se fac investiții și cu toată tehniea înapoiată de exploatare, petrolul își aduce contribuția la afirmarea relațiilor de producție capitaliste, la formarea și la dezvoltarea clasei muncitoare.

În filele volumului atrage atenția faptul că, alături de moșneni și răzeși, în extracția țițeiului sînt menționați lucrătorii salariați cu plata pe zi; ei sînt amintiți de un document de 1 aprilie 1819; potrivit catagrafiei din 17 februarie 1830, la puțurile de păcură din județul Saac, se aflau 105 lucrători, din care 86 la puțurile din Păcureți, ceea ce confirmă, și acum, locul de frunte deținut de această localitate cu veacuri în urmă; în 1851 — 1852 pe moșia Cîmpina munceau 22 de lucrători, plătiți cu 2 lei pe zi; elemente ale relațiilor de producție capitaliste, în sert mene, se afirmă, iar viitorul detașament al muncitorilor petroliști se anunță încă de pe acum.

Alături de extracție, un loc de seamă îl ocupă prelucrarea și comercializarea petrolului, pe care le întîlnim pe o arie largă de pe teritoriul patriei; ținutului Prahovei, în frunte cu Ploieștii, i se alătură județele Saac, Buzău, Dîmbovița, Rm. Sărat și Bacău, zone petroliere aflate în curbura externă a Carpaților orientali și meridionali.

Cu argumente de necontestat, cu multă hotărîre în a lupta pentru adevărul istoric, autorul izbutește să clarifice unele probleme controversate pînă în prezent; din paginile lucrării reiese limpede, de exemplu, faptul că prima „fabrică de gaz", adică cea dintîi „rafinărie" de la noi, a fost construită, în 1857, la Ploiești, în bariera Rîfov, de către Marin Mehedințeanu și nu în localitatea Rîfov, cum s-a susținut de către unii autori; iar în privința fondatorului, ea nu a aparținut lui Teodor Mehedințeanu, ci fratelui acestuia, amintit mai sus.

Trecerea de la experiențele de laborator la prelucrarea țițeiului pe cale industrială prin intrarea în funcțiune a „rafinăriei" din Ploiești marchează începutul industriei de prelucrare a petrolului în țara noastră, iar reședința județului Prahova devine centrul ei principal. În perioada imediat următoare, au luat ființă și alte „fabrici de gaz", fie la Ploiești, fie în alte localități

din țară; în 1860, de pildă, este creată o „fabrică de gaz" la Păcureți, prima din județul Prahova, ridicată direct la locul de extracție a petrolului.

Interesante, în lucrare, sînt paginile privind iluminarea orașelor cu petrol lampant. Încă din 1856 sînt instalate primele lămpi cu petrol în București, acesta fiind cel dintîi oraș din lume iluminat cu petrol lampant, adus de peste hotare, probabil — afirmă autorul — din Austria; în orice caz, cert este faptul că, din 1857, iluminarea capitalei continuă să se facă, dar cu petrol lampant produs de „rafinăria" din Ploiești, înființată de Marin Mehedințeanu.

În noiembrie 1857 au început lucrările de instalare a lămpilor cu petrol lampant și în orașul Ploiești, ele intrînd în funcțiune, însă, în anul 1858; capitala „aurului negru" devine, astfel, al doilea oraș din țară iluminat cu petrol lampant, cu un an înainte de iluminarea orașului Viena; în perioada imediat următoare sînt iluminate cu petrol lampant orașele Iași, Buzău, Brăila, Tîrgoviște, Rm. Sărat, Bacău, Bîrlad, Focșani, Vaslui, Piatra Neamț, Tecuci și altele.

Autorul rezervă spații corespunzătoare istoricului petrolului românesc în a doua jumătate a veacului al XIX-lea — perioadă de ascensiune a relațiilor de producție capitaliste în România. Producția petrolului lampant și utilizarea lui la iluminatul public, ca forță motrice și în alte domenii au deschis perspective nebănuite în extracția și prelucrarea țițeiului.

Extinderea folosirii, în țară și în străinătate, a petrolului solicită creșterea producției de țiței; pe țară, pînă în 1895, în decurs de 35 de ani, producția de petrol a variat de la 1 088 la 80 000 t anual, cu o creștere de 70 de ori; în anul 1897, de pildă, s-au produs 134 185 093 t țiței, primul loc ocupîndu-l județul Prahova, cu 105 233 850 t.

Urmărind procesul de prelucrare a petrolului, se observă un proces de diversificare, rafinăriile din țara noastră producînd benzină, petrol lampant, uleiuri lubrifiante, parafină; cea mai mare producție — susține autorul — este înregistrată de rafinăria din Cîmpina, unde, în anii 1897—1899, ea a crescut de la 30 059 la 95 000 t.

Zăcămintele petroliere și procesul de prelucrare a țițeiului sînt acaparate de capitalul autohton și străin. Alături de folosirea hecnei se introduce sistemul forajului mecanic; prima acțiune este întreprinsă de francezul Olivier de Lalande, la 15 iunie 1861, pe domeniul Ocna din județul Bacău; în 1865, Felix Henry, un negustor din Paris, solicită exploatarea zăcămintelor de pe domeniile statului din județele Prahova și Dîmbovița; capitalului francez i se alătură capitalul englez, cel austro-ungar, german, belgian și olandez.

După adoptarea legilor de proteguire a industriei, mai ales a legii minelor din 1895, industria petrolieră din România pășește pe un nou făgaș; sub regimul noii legi, și-a făcut intrarea în țara noastră și capitalul american, plasat la rafinăria „Aurora" din Florești, creată în anul 1899.

Dezvoltarea industriei de petrol a însemnat creșterea numerică a lucrătorilor salariați; în 1874, schela Sărata-Monteoru avea 1 000 de lucrători; după 1878, rafinăria „Sfetescu" din Ploiești utiliza 25 de lucrători zilnic, iar „fabricile" din Apostolache și Mălăești din județul Prahova — 67 de lucrători români și 7 străini; în 1887, în „rafinăriile" din jurul orașului Tîrgoviște lucrau 41 de lucrători români, iar zece ani mai tîrziu, rafinăriile din Moinești și Cîmpina foloseau 127 și, respectiv, 100 de lucrători; în 1899, cei mai mulți lucrători se aflau în industria de petrol din județul Prahova, urmat de județele Dîmbovița, Bacău și Buzău.

Lucrarea tratează și aspecte privind grelele condiții de lucru și de viață ale lucrătorilor din petrol, precum și — dar destul de palid — unele conflicte de muncă; aveau loc numeroase accidente în producție, ziua de lucru atingea 17—18 ore, salariile erau derizorii, se utiliza forța de muncă ieftină și necalificată a minorilor și a femeilor; această situație juca un rol important în ascuțirea contradicțiilor de clasă, în declanșarea nemulțumirilor și a frămîntărilor sociale; muncitorimea petrolistă începe să se afirme și se anunță, încă de pe acum, o puternică forță, care avea să-și spună cuvîntul ferm, alături de întregul proletariat, în viața social-politică a României.

Deosebit de util specialiștilor, interesant pentru orice categorie de cititori, volumul, prezentat în cronica de față, aduce o contribuție substanțială la istoricul industriei petroliere din țara noastră; apreciind-o ca un act de seamă în frontul cercetării științifice, recomandăm cu căldură lucrarea profesorului emerit Constantin Boncu tuturor celor care doresc să afle evoluția „aurului negru", aportul său la progresul României.

Ion Șt. Baicu
doctor în istorie

COMISIA ECONOMICĂ PENTRU EUROPA O.N.U. 1971 **ASPECTE ECONOMICE ALE PRODUCȚIEI DE OLEFINE PRIN CRACARE CU VAPORI DE APĂ**, Nations Unies, New York, 1971.

Scopul acestui studiu este de a furniza celor interesați, în funcție de propriile condiții locale, un instrument care să poată servi drept bază la stabilirea celor mai favorabile condiții pentru planificarea și exploatarea economică a unei instalații de producere a olefinelor prin procedeul cracării cu vapori de apă.

Din datele prezentate se desprinde concluzia că factorii tehnico-economici esențiali în proiectarea și exploatarea unei instalații de producere a olefinelor sînt:

1. Tehnologia utilizată, în sensul:
— creșterii randamentului specific pe unitate de volum și de suprafață a utilajelor — cheie, de exemplu încărcarea maximă a cuptoarelor, capacitatea compresorului, încărcătura admisibilă de catalizatori etc.;
— reglarea cu comandă numerică, programarea;
— aplicarea noilor procese în tehnologie și ameliorarea tehnologiei de execuție, transport și montaj care ar permite executarea unei aparaturi mai mari și mai grele.
2. Capacitatea de producție.
3. Tipul de alimentare, aprovizionare.
4. Gama produselor finale necesare, valorificarea coproduselor rezultate.
5. Amplasarea întreprinderii, modul de transport și prețul materiilor prime, al utilităților etc.
6. Studiul pieții.

Lucrarea cuprinde patru capitole, în care se tratează:
— situația actuală a procesului de producție a olefinelor;
— materii prime, intermediare și produse finite;
— evoluția pieții olefinelor — producție, consum;
— factorii economici care determină capacitatea optimă a unităților de cracare cu vapori de apă.

Analizînd în mod critic materiile prime și procesele tehnologice utilizate, fără să se semnaleze operația unor schimbări deosebite sau procese noi, se constată că etanul și propanul, deși dau cele mai bune randamente de transformare în etilenă, sînt tot mai mult înlocuite în procesul de cracare cu vapori de apă de către distilatele ușoare din țiței; deoarece consumul acestor fracțiuni a crescut mai încet în ultimii ani decît consumul general de distilate mijlocii și grele, s-a intensificat utilizarea distilatelor ușoare din țiței (interval de distilare 30—200°C) pentru fabricarea olefinelor.

Recentele îmbunătățiri aduse instalațiilor și în special cuptoarelor de piroliză au condus la randamente mai bune în etilenă, așa cum rezultă din datele unor constructori de cuptoare (tabela 1).

Tabela 1

Materie primă	Randament în etilenă, %	
	1971	1961
Etan	82	75
Propan	44—48	40—44
Distilate ușoare din țiței	16—20	24—35
Distilate medii și grele din țiței	18—25	12—16

Dintre factorii care au contribuit la îmbunătățirea randamentelor în etilenă (și în produse colaterale prețioase, în dauna depunerilor de cocs, a hidrogenului și a metanului), o mare importanță a fost acordată selecționării și pregătirii materiilor prime. Studiile efectuate au pus în evidență comportarea diferită a diverșilor constituenți ai materiilor prime utilizate la cracarea cu vapori de apă, ceea ce prezintă importanță mai ales în cazul alimentării cu distilate din țiței. Astfel:

— fracțiunile foarte bogate în hidrocarburi parafinice sînt cele mai bune materii prime pentru cracare cu vapori de apă; izoparafinele dau rezultate mai puțin bune, deoarece crește producția de metan în dauna celei de etilenă, mărindu-se, de asemenea, raportul propilenă — etilenă;

— naftenele bogate în ciclohexan (sau avînd un nucleu de 6 atomi de carbon) se transformă, prin cracare blîndă, în etilenă și butadienă; de aceea alimentările bogate în hidrocarburi naftenice sînt interesante dacă se urmărește formarea de cît mai multă butadienă pe seama olefinelor ușoare;

— nucleele aromatice dovedesc o mare stabilitate la cracare, traversînd cuptorul ca inerți; se observă numai desalchilarea lor, cu formare de metan. Prin cracare severă se policondensează mai multe nuclee aromatice, formînd molecule cu masă moleculară înaltă care se depun parțial pe pereții tuburilor, favorizînd cocsarea rapidă;

— hidrocarburile olefinice, ca și aromatele, sînt agenți de cocsare a cuptorului. Acțiunea lor este cu atît mai importantă cu cît timpul de contact este mai lung și nivelul termic mai ridicat. (Problema olefinelor în general are un caracter teoretic, deoarece fracțiunile petroliere nu conțin olefine decît într-o proporție foarte scăzută).

Trecîndu-se în revistă producția și consumul actual de etilenă, propilenă, butadienă etc. în diferite zone ale lumii, se prezintă o prognoză referitoare la consumul viitor, la nivelul anilor 1975—1980.

După o privire sumară asupra modalităților de transport și asupra pieței etilenei și a subproduselor, insistîndu-se asupra rețelelor de conducte din Europa occidentală, în ultima parte studiul tratează factorii economici determinanți în alegerea capacității de producție ai unei instalații de cracare cu vapori de apă ai benzinelor.

În prezent, progresul tehnic al metalurgiei și al construcției de utilaje, dezvoltarea ingineriei chimice permit construirea unor unități care pot produce pînă la 750 000 t/an etilenă. Din considerente locale, de piață internă, posibilități de export, costuri și mijloace de transport ale produselor intermediare, dificultăți în armonizarea producției de etilenă și a coproduselor cu necesitățile pieții, pînă în prezent nu s-au construit unități care să producă peste 500 000 t/an etilenă.

Investițiile pentru unitățile de cracare cu vapori de apă cresc pe măsură ce cresc capacitățile. Astfel, pentru o instalație de 200 000 t/an etilenă investiția crește cu un factor exponențial de 0,60—0,65 față de o instalație de 100 000 t/an; de la 200 000 t/an la 300 000 t/an factorul exponențial este de 0,85—0,87.

Pe de altă parte, pe măsură ce crește capacitatea de producție, întîrzierea necesară pentru atingerea capacității nominale devine mai importantă. Astfel, s-a constatat că, în timp ce o instalație de 300 000 t/an va funcționa la întreaga capacitate după doi ani de la punerea în funcțiune, pentru o unitate de 400 000—500 000 t/an acest interval este de trei ani.

Analizînd factorii economici și tehnici care influențează alegerea caracteristicilor unei unități de cracare cu vapori de apă, s-a ajuns la concluzia că pentru majoritatea țărilor europene capacitatea de producție de 300 000 t/an etilenă ar asigura cele mai joase costuri de investiție și de producție pe tona de etilenă.

Evaluarea avantajelor capacității de 300 000 t/an este prezentată în tabelele 2 și 3.

Tabela 2

Alimentarea t/an / Produse t/an	Etan 390 000	Propan 660 000	Fr. butan 752 000	Benzină 1 000 000
Gaz combustibil	58 000	187 000	180 000	180 000
Etilenă-puritate polimerizare	300 000	300 000	300 000	300 000
Propilenă-puritate pentru chimizare	12 000	99 000*	140 000*	170 000
Fracțiunea C_4	8 000			
Butadienă	—	10 000	12 000	45 000
Butene	—	7 000	48 000	55 000
Benzină	12 000	48 000	60 000	200 000
Combustibil lichid	—	9 000	12 000	50 000
Total	390 000	660 000	752 000	1 000 000

* Din care 45 000 t/an propilenă de puritate pentru polimerizare.

Bilanț de materiale pentru 300 000 t/an etilenă, pornind de la diferite materii prime

Tabela 3

Materia primă		Etan	Propan	Fr. butan	Benzină
Investiții mil. dolari	La limita baterii	27,5	29,5	31	32,5
	Total	36	39	42	45
Costuri variabile:		9,360	14,520	16,544	23,000
Materii prime					
Utilități, catalizatori, produse chimice		3,300	4,250	5,100	5,100
Salarii		0,630	0,670	0,700	0,700
Total costuri variabile		13,290	19,440	23,344	28,800
Costuri fixe					
— amortizări					
— întreținere					
— cheltuieli generale					
Total costuri fixe		6,120	6,630	7,140	
A. Total costuri	de producție mil. dolari	19,410	26,070	29,484	36,450
Valoarea coproduselor:					
— gaz combustibil	(12 $/t)	0,696	2,244	2,160	2,160
— propilenă	(55 $/t)	0,660	5,450	7,700	9,350
— butadienă	(66 $/t)	—	0,660	0,792	2,970
— butene	(22 $/t)	0,176	0,150	1,060	1,210
— benzine	(22 $/t)	0,264	1,056	1,320	4,400
— combustibil lichid	(10 $/t)	—	0,090	0,120	0,500
B. Valoare totală a coproduselor	mil. dolari	1,796	9,650	13,152	20,590
Costul producției de etilenă(A—B),	de mil. dolari	17,614	16,420	16,332	15,860
Amortizare 10%		3,600	3,900	4,200	4,500
Valoarea totală a producției etilenă	mil. dolari	21,214	20,320	20,532	20,360

Estimarea costurilor de producție pentru 300 000 t/an etilenă, pornind de la diferite materii prime.

Observații : Cifrele din tabelele 2 și 3 au caracter orientativ și se referă la unități intrate în funcțiune în anul 1969.

În încheiere, studiul precizează tendința de creștere a prețului etilenei cu 10—15% la nivelul anului 1973 față de 1971, datorită în primul rînd creșterii indicelui de construcții, ceea ce va avea drept urmare costuri de investiții mai ridicate; de exemplu instalația de 300 000 t/an etilenă, care necesită o investiție de 45 mil. de dolari în 1969, dacă va fi construită în 1973 va consuma fonduri de investiții cu 33% mai mari, adică 60 mil. dolari.

Aspectele economice ale fabricației olefinelor prin cracare cu vapori de apă interesează în mod deosebit țara noastră, a cărei producție de olefine este în continuă dezvoltare.

N. LUPEI și V. BRANA. ZESTREA MINERALĂ A LUMII, Ed. științifică, București, 1971, 400 p.

Creșterea deosebită a consumului de substanțe minerale utile în ultimele două decenii a determinat dezvoltarea cercetărilor geologice atît pe uscat cît și în domeniul mărilor și oceanelor în vederea depistării de noi rezerve exploatabile.

Astfel în numeroase regiuni care în trecut erau considerate ca lipsite de interes din punctul de vedere al perspectivelor de materii prime minerale, ulterior s-au descoperit zăcăminte importante uneori chiar situîndu-se pe primele locuri din punctul de vedere al producției mondiale.

Datorită acestui fapt, cunoașterea condițiilor geologice complexe ale principalelor bazine sedimentare și structuri miniere apare foarte necesară pentru toți specialiștii ce activează în acest domeniu.

„Zestrei minerale a lumii" i se adaugă an de an rezerve noi, cîmpuri miniere recent descoperite, cît și producția celor cunoscute, conducînd la calcule optimiste în ceea ce privește posibilitatea de aprovizionare cu materii prime a industriei.

Lucrarea are ca obiect principal studiul resurselor de materii prime minerale ale globului terestru a căror cunoaștere prezintă o deosebită importanță pentru prospectarea, explorarea și exploatarea zăcămintelor.

Cartea respectivă prezintă un deosebit interes pentru geologi, geofizicieni, ingineri de foraj și extracție, economiști și pentru toți specialiștii ce lucrează în domeniul petrol, gaze și geologie.

Cartea „Zestrea minerală a lumii" se împarte în trei părți.

În prima parte a lucrării sînt tratate probleme legate de substanțe minerale metalifere în care autorii dezvoltă pe larg originea lor, formarea mineralelor, rezervele și ritmul actual al producției, al consumului și perspectivele de viitor. În partea a doua a lucrării care este mult mai dezvoltată autorii fac o descriere a substanțelor minerale, nemetalifere din punct de vedere tectonic, stratigrafic, rezerve, producție și repartiția lor pe glob.

Ultima parte, a treia, se referă la combustibili minerali, cărbune, petrol și gaze naturale. Autorii fac o descriere a principalelor bazine petro-gazeifere din punct de vedere tectonic, stratigrafic și al distribuției în limitele lor a zonelor de acumulare de petrol și gaze, a principalelor structuri precum și a tipurilor de zăcăminte.

În această ultimă parte a lucrării autorii analizează trăsăturile generale ale dezvoltării lucrărilor de prospecțiune, explorare și exploatare a zăcămintelor de petrol și gaze de pe glob, în decursul ultimilor 100 de ani și tendințele de dezvoltare ale acestor lucrări.

Lucrarea de față este o sinteză asupra potențialului de substanțe minerale — metalifere, nemetalifere și combustibili făcînd o trecere în revistă a acestora însoțită de aprecieri privind utilizările lor, producția, consumul și rezervele conform ultimelor date statistice.

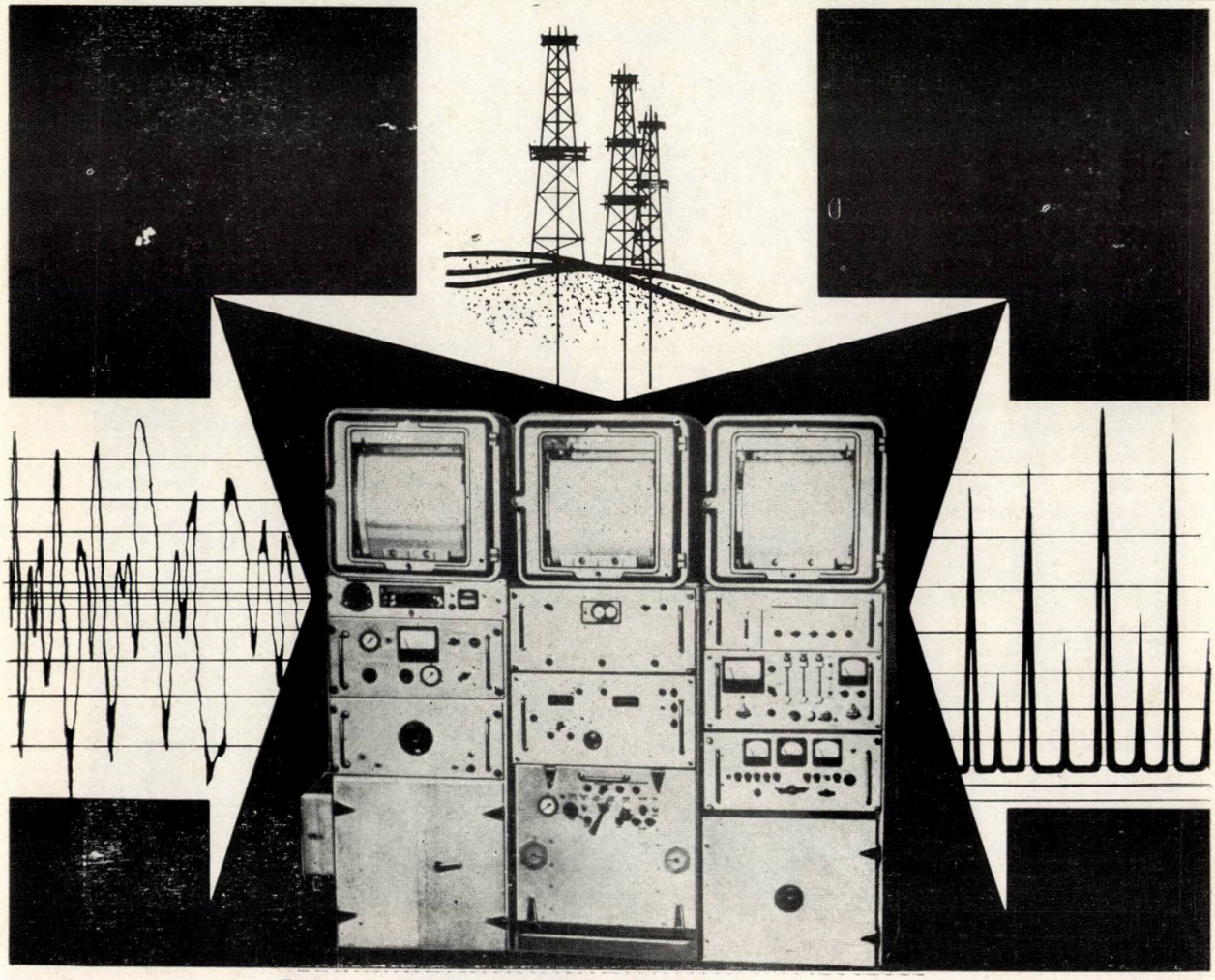
Prezentînd un domeniu atît de vast, lucrarea ne introduce întru-un sector vital al economiei mondiale, aprovizionarea cu materii prime minerale, în care rolul geologiei moderne va fi dintre cele mai importante.

Prin modul de tratare a problemelor la un nivel superior pe baza unei bogate documentații, lucrarea de față umple un gol în domeniul respectiv, fiind printre puținele lucrări de acest gen.

Cartea este ilustrată cu un bogat material grafic format din numeroase tabele și figuri ce ajută la înțelegerea celor prezentate.

Analizînd diferitele capitole putem spune că lucrarea „Zestrea minerală a lumii" este o carte completă de mare utilitate tuturor cercetătorilor și specialiștilor ce lucrează în domeniul respectiv.

Revista PETROL și GAZE Redacția : București, Bd. Nicolae Bălcescu nr. 16 Sector 1, telefon 14. 72. 10/141. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere telefon 14 72 10/176 Bd.Nicolae Bălcescu, 16 cont 640 301-14. Banca Națională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector 1 București. Tarif pertru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamente individuale: lei 30 anual. Prețul unui exemplar lei 8. Taxele poștale plătite în numerar pe anul 1972 conform aprobării D.P.D.P. nr. 10/9416/1971.



LABORATOR AUTOMAT MOBIL PENTRU DIAGRAFIA DE GAZE AGK S–65

Permite obţinerea multiplelor date asupra sondajelor de petrol şi gaze, cu mult înaintea terminării acestora.

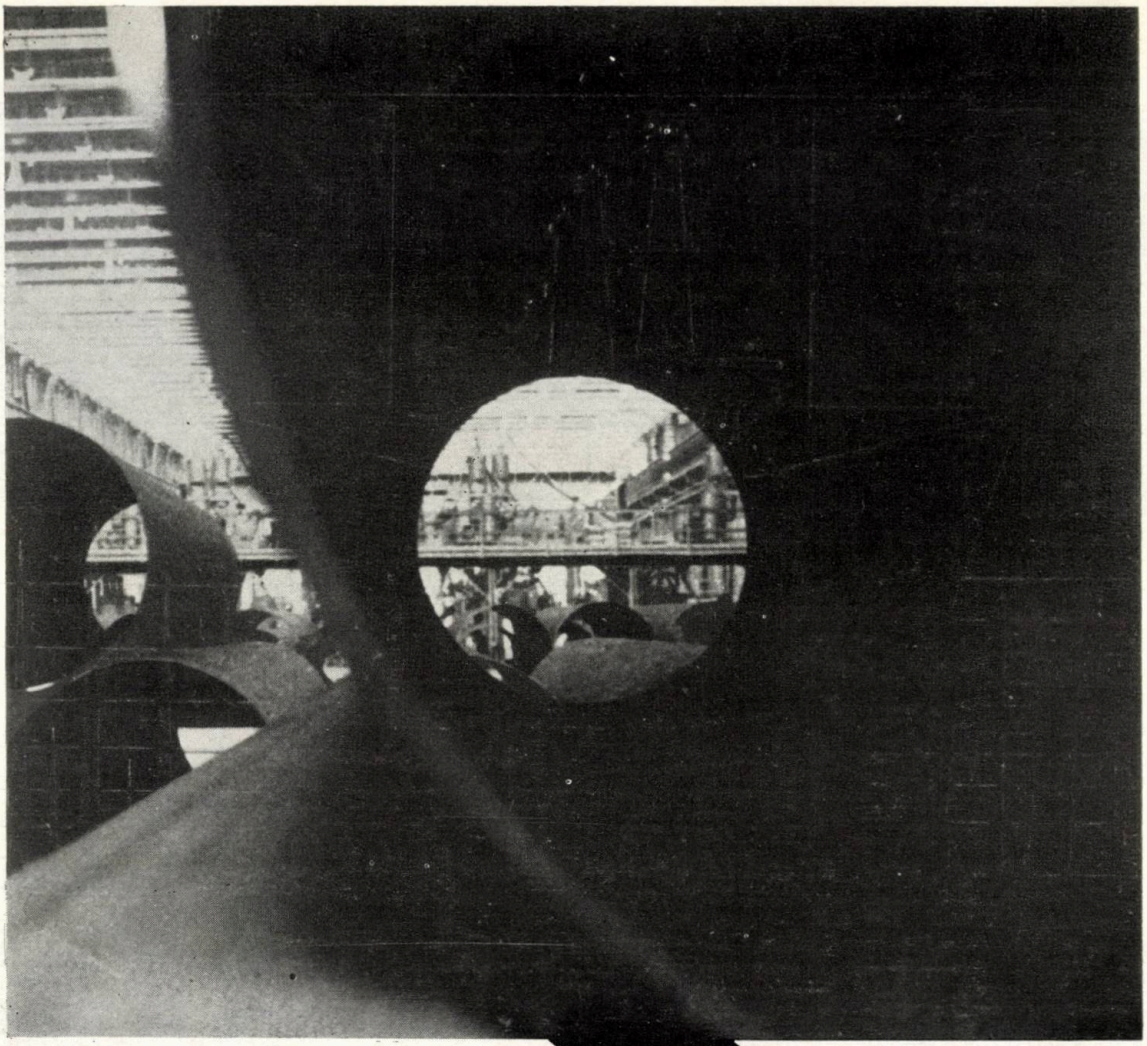
Execută următoarele operaţiuni:

— degazeificarea continuă a noroaielor de foraj;
— măsurarea continuă şi discontinuă a conţinutului de hidrocarburi gazoase în amestecul aer — gaz extras din noroiul de foraj;
— măsurarea discontinuă a duratei forajului pe m de gaură;
— recoltarea automată a probelor de amestec aer-gaz;
— furnizează automat probe ale amestecului aer-gaz în metan, etan, propan, butan, propan şi hexan, cu înregistrare automată;
— măsurarea continuă a adîncimii sondelor şi indicarea lungimii garniturii de foraj manevrată de troliu;
— determinarea proprietăţilor fizice ale noroiului de foraj.

147-15-42 SSSR MOSKVA 117330

MACHINOEXPORT

207 MOSKVA V-330 MACHINOEXPORT



Oţelul italsider este exportat prin siderexport

Italsider produce ţevi sudate longitudinal şi spiral de diametru mediu şi mare pentru conducte de ţiţei şi gaze, apeducte, pentru lucrări de desţelenirea pămîntului şi irigaţii şi alte conducte în general.

Finsider Group

edited by ITALSIDER P. R. Dept.

Siderexport
via XII ottobre 2
16121 Genova Italia
telephone 5494 telex 27202 Siderexp

OROSZLÁNOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR DOKUMENTÁCIÓS OSZTÁLY 1963

geomin

FOREIGN TRADE COMPANY ● SPLAIUL INDEPENDENȚEI 202
BUCHAREST – ROMANIA ● TELEPHONE: 13.00.94
TELEX 011263

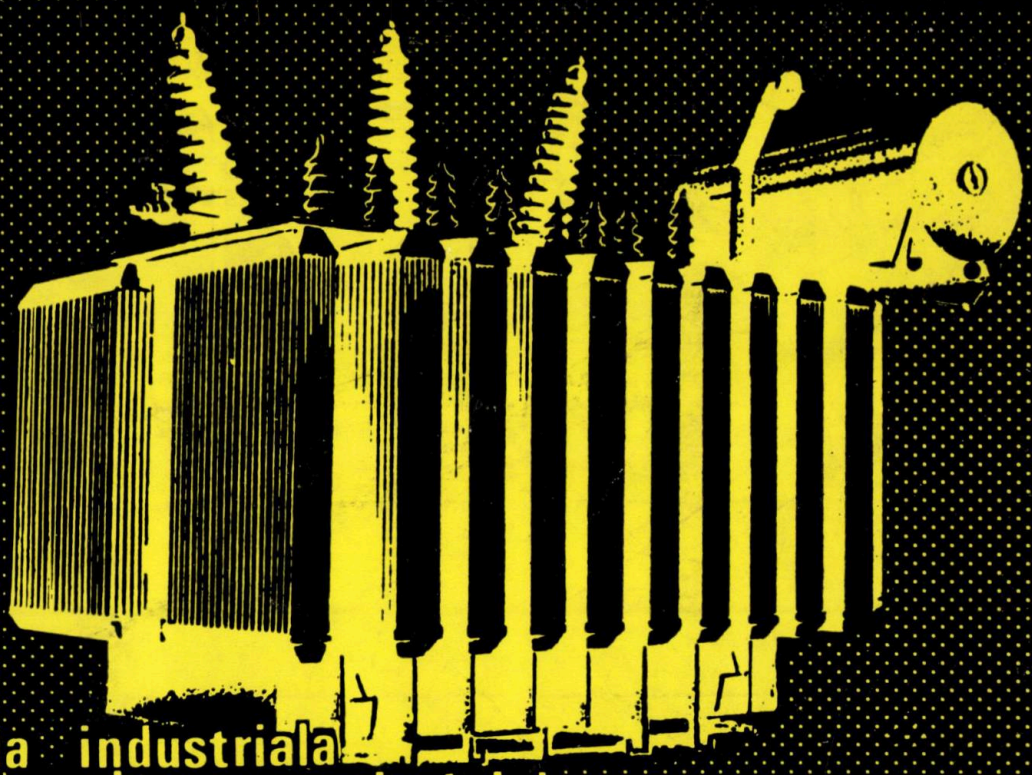
GEOMIN ensure the development of mineral deposits by supplying complete installations operating at the world level of technology and applying techniques of high efficiency By means of their specialized institutes and highly skilled staff they can carry out:

- geological surveys and explorations, technological research and studies in their own laboratories and pilot plants ;
- feasibility studies for different types of deposits ;
- general and working designs for mining projects and non-ferrous metalworking, as well as ancillary works (land planning, water catchment, railways and highways, power stations storehouses, accommcdations for personnel etc.);
- Technical assistance and training of personnel for operating the installations supplied

GEOMIN also supply mining equipment for open cast and underground exploitations as well as the equipment and machines necessary for dressing plants and non-ferrous metallurgy.

GEOMIN also provide for the oil extractions industry:

- Synthesis studies or the appraisal of oil and gas reservoirs;
- Exploration programmes;
- Geological surveys;
- Geophysical prospecting;
- Structural drilling;
- Drilling of exploration and development wells;
- Designs, deliveries; production facilities (tank farms, pipelines etc.)



Centrala industriala
pentru prelucrarea țițeiului

RAFINĂRIA PLOIEȘTI

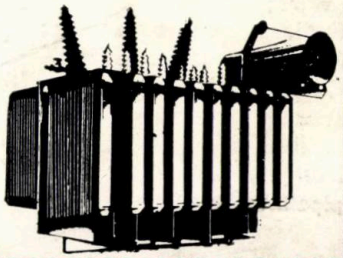
RAFINĂRIA PLOIEȘTI Bd. Petrolului nr. 59
Telefon 10220

PRODUCE ȘI LIVREAZĂ PENTRU EXPORT:

DUPĂ NORMELE INTERNAȚIONALE

V D E	0370/10.66
B.S.	148/1959
I.S.	355/1963
GOST	982/1956

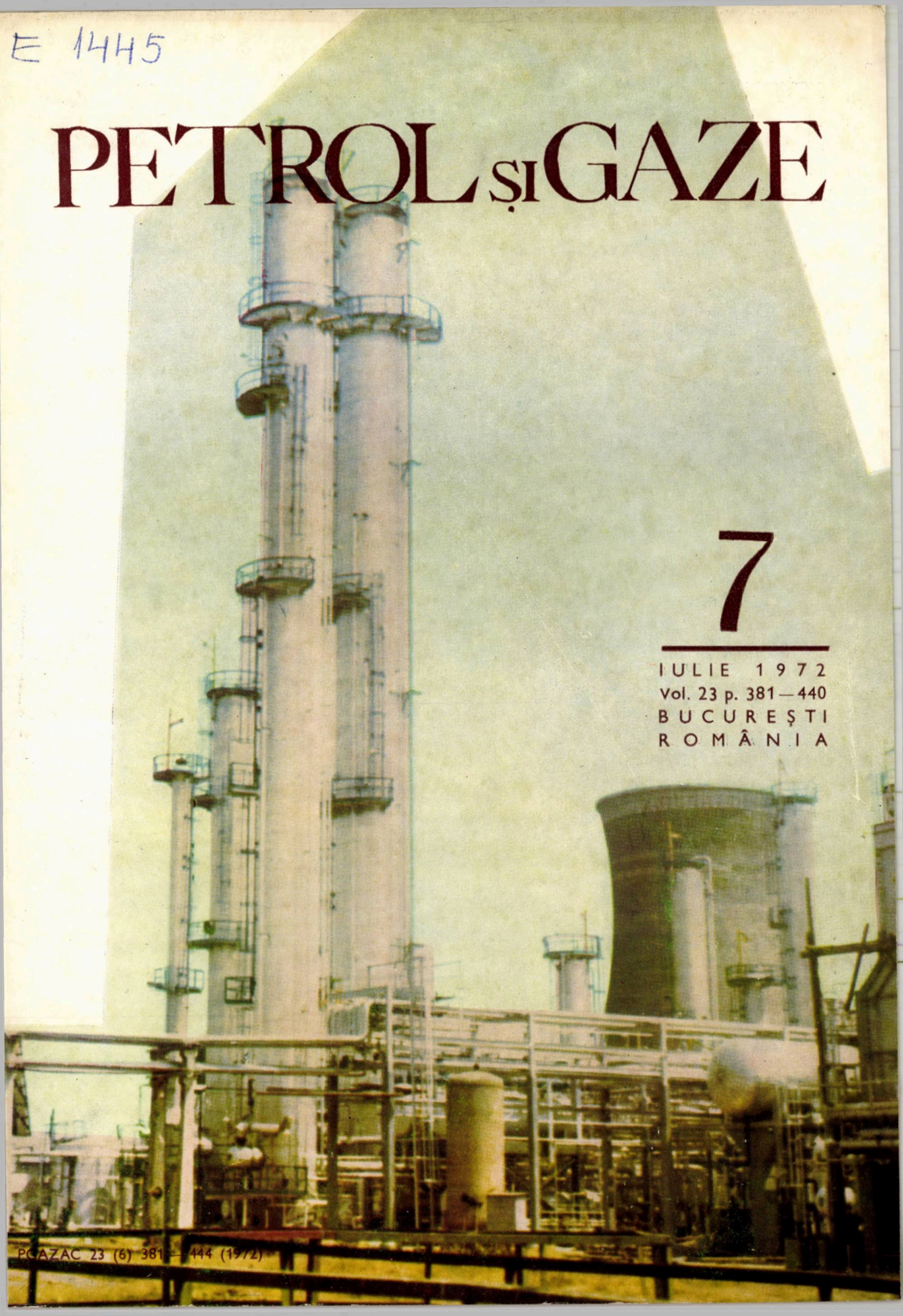
1972 JUL 2 8



ULEIURI ELECTROIZOLANTE
LIVRAREA LA CERERE ÎN CISTERNE CF
SAU AMBALATE ÎN BUTOAIE A 200 LITRI

E 1445

PETROL ȘI GAZE



7

IULIE 1972
Vol. 23 p. 381—440
BUCUREȘTI
ROMÂNIA

PGAZAC 23 (6) 381 — 444 (1972)

grupul industrial de petrochimie

PRODUCE:

- propilenă
- monoetilenglicol
- dietilenglicol
- clorură de colin
- fenol
- anhidridă ftalică
- acetonă
- acizi naftenici distilaţi
- naftenaţi metalici sicativi

PLOIEŞTI ROMANIA

Exportator: **CHIMIMPORT**

Bd. Republicii 10 Telefon : 16 06 36
Telex : 184, 185
Bucureşti—România

MŰSZAKI KÖNYVTÁR DOKUMENTÁCIÓS OSZTÁLY 1973

PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL INSTITUTULUI CENTRAL DE CERCETĂRI CHIMICE – BUCUREŞTI DIN MINISTERUL INDUSTRIEI CHIMICE şi al INSTITUTULUI DE CERCETARE ŞI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ŢIŢEI ŞI GAZE – CIMPINA DIN MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

VOL. XXIII, Nr. 7
iulie 1972

CUPRINS

*** **Petroliştii participă cu entuziasm la marea întrecere socialistă. Cincinalul înainte de termen** 387—388

N. Puşcoiu: **Perfecţionarea sistemului informaţional—decizional** 389—390

*** **Gospodărirea apelor: O problemă ce trebuie înfăptuită cu prioritate şi în cadrul industriei petroliere din R. S. România** 391—392

D. Milcoveanu: **O nouă mărime utilă explorărilor geofizice** 393—399

I. D. Dragoev: **Dezvoltarea ideilor fundamentale despre procesul de deviere a sondelor** 400—404

M. Metsch: **Măsurarea temperaturii de fund la sondele cu injecţie ciclică de abur** 405—408

I. Creţu: **Interferenţa sondelor extractive de gaze** 409—417

C. Savu, C. Giavarini şi I. Zîrnă: **Determinarea tranziţiilor stieloase din bitum cu ajutorul calorimetriei diferenţiale** 418—420

I. Blidişel, E. Welther, M. A. Barbul şi C. Bandrabur: **Conversia tiofenului în prezenţa diferitelor forme ale unui catalizator Ni—Mo/Al_2O_3** 421—425

Gh. Dumitrescu: **Alegerea soluţiei economice în transportul gazelor cu staţii intermediare de comprimare** 426—429

Cronică: Rezoluţia Conferinţei pe ţară a Inginerilor şi Tehnicienilor 430—432

Realizări din industrie 433

Documentare 433—437

Ştiri tehnico-economice 438—441

Recenzii 441—442

COMITETUL DE REDACŢIE

Dr. ing. Gh. ALDEA, redactor responsabil, dr. ing. Gh. DONŢOV – DANU, redactor responsabil adjunct, dr. ing. I. AVRAMESCU, ing. M. BUTUC, ing. V. COMAN, ing. V. COVRIG, ing. V. FILIP, ing. I. GEANGĂLĂ, conf. dr. ing. Gh. GEORGESCU, prof. dr. docent ing. Gr. IOACHIM, membru corespondent al Academiei R.S.R., ing. N. IOANESI, ing. M. LEU, ing. V. NICA, dr. geolog. D. PARASCHIV, chim. F. POPESCU, ing. V. POPESCU, dr. ing. N. PUŞCOIU, dr. ing. I. ZÎRNĂ

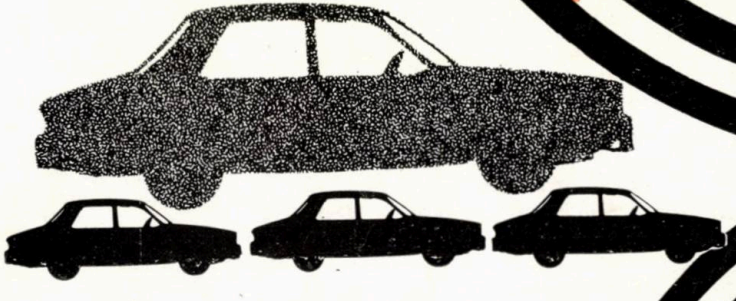
Redactor
ing. **Aurelia Buricatu**

RAFINĂRIA TELEAJEN

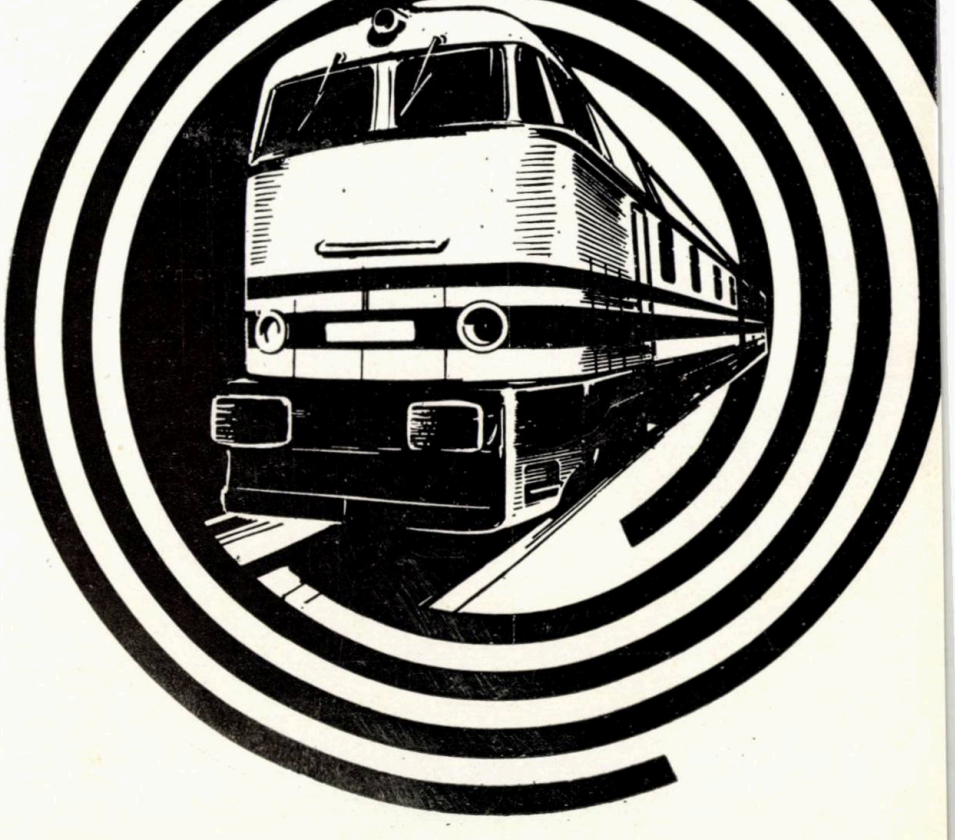
Str. Mihai Bravu nr. 217
Telefon: 10700

Produce pentru export:

- uleiuri pentru motoare auto, în diverse sortimente și nivele de aditivare:
  SAE 10 W; SAE 10 W/30;
  SAE 20 W; SAE 20W/40;
  SAE 30; SAE 40 și SAE 50
- uleiuri pentru locomotive Diesel în sortimentele:
  DS 30
  DS 40
- Uleiuri pentru angrenaje auto:
  SAE 80 — EP
  SAE 90 — EP
  SAE 140 — EP



RAFINĂRIA TELEAJEN



Centrala industrială pentru prelucrarea țițeiului

PLOIEȘTI

Telex: 019 275
Telefon: 10 500

CONTENTS

*** **Editorial** 387—388

D. Milcoveanu : **A New Magnitude in Geophysical Explorations** 393—399

I. D. Dragoev : **The Development of Fundamental Ideas Concerning the Well Dip Process** 400—404

M. Metsch : **Measuring the Bottom Temperature in the Wells with Cyclical Steam Injection** 405—408

I. Creţu : **The Interference of Gas Extracting Wells** 409—417

C. Savu, C. Giavarini, I. Zîrnă : **Determining the Vitreous Transitions from Bitumen by Means of Differential Calorimetry** 418—420

I. Blidişel, E. Welther, M. A. Barbul, C. Bandrabur : **Thiophene Conversion in the Presence of different forms of a Catalyst Ni—Mo/Al_2O_3** 421—425

Gh. Dumitrescu : **Choosing the Economic Solutions in Gas Transport with Intermediate Compression Stations** 426—429

I. D. Dragoev : The **Development of Fundamental Ideas Concerning the Well Dip Process**

The stage presently reached in studying the problem of well dip is presented. It is characteised by the existence of an analytical theory which organically relates thd well slip angle from the vertical to the deformability of the drilling string and to some geological properties of the rocks and characterstic strata for the process studied (theory of A. Lubinski and M. B. Woods).

The attention is particularly drawn on the principled limitations of this theory which substantially reduce its practical applicability. The idea is expressed that it is both necessary and possible to carry out a study of fundamental character, based on the theory of linear transformations and on the tensorial calculus. It is thus possible not only to overcome the limitations of the theory of A. Lubinski and M. B. Woods, but also to include into the quantitative considerations some new and most important elements of the drilling process.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 7, p. 400

D.C. 622.241.7

M. Metsch : **Measuring the Bottom Temperature in the Wells with Cyclical Steam Injection**

It is shown that the temperature in the holes of wells with cyclical injection can vary between rather wide limits and three methods are described for measuring the bottom temperatures of injection wells.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 7, p. 405

D.C. 622.241.8

I. Creţu : **The Interference of Gas Extracting Wells**

A way studing the interference of wells situated in gas fields with circular or linear feeding contour or with impervious linear contour is pointed out.

Starting from the finding that the movement of gases in porous media is potential, the pressure field is determined and a system of algebraic equations is obtained whose solution relative to the flows or the dynamic pressures of wells allows to define and calculate the interference and screening coefficients by which the well interference phenomena are quantitatively estimated. The solutions of movement equations have been obtained for stationary or non-stationary movements generated by gas extracting wells at constant flow and can be extended to the case of extraction at variable flow.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 7, p. 409

D.C. 622.324

C. Savu, C. Giavarini, I. Zîrnă: **Determining the Vitreous Transitions from Bitumen by Means of Differential Calorimetry**

The paper presents a calculus relation for determining the vitreous transition temperature which is correlated with the physical and chemical properties of bitumen.

The bitumen components responsible for the vitreous transition phenomen on are then presented.

The determination of vitreous transitions from bitumen performed by-means of differential calorimetry is presented as a simple and effective method.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 7, p. 418

D.C. 665.45:536.62

Gh. Dumitrescu : **Choosing the Economic Solution in Gas Transport with Intermediate Compression Stations**

The paper discusses the problem of optimizing the transport of natural gases through lines, where intermediate compression stations are necessary.

For choosing the most economical solutions, two basic relations are finally established, namely the specific investment and the specific cost price as a function of two independent variables i. e. the line diameter and the transport pressure. To this end, the optimum compressions ratio of intermediate stations is also established.

The calculus are based on the relation of power required for compression, a relation which has been used by the author in a form differing from the classical one.

A numerical calculus example is given for illustration purposes.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 7, p. 426

D.C. 622.691.4

СОДЕРЖАНИЕ

*** Передовая статья 387—388

Д. Милковяну: Новая полезная величина для геофизических исследований 393—399

И. Д. Драгоев: Развитие основных идей о процессе отклонения ствола скважин 400—404

М. Метч: Измерение забойной температуры у скважин с циклическим нагнетанием пара 405—408

И. Крецу: Интерференция экстрактивных газовых скважин 409—417

К. Саву, К. Джаварини, И. Зырнэ: Определение стекловидных переходов в битуме при помощи дифференциальной колориметрии. 418—420

И. Блидишел, Е. Вельтер, М. А. Барбул, К. Бандраб ур: Конверсия тиофена в присутствии различных форм катализатора $Ni-Mo/Al_2O_3$ 421—425

Г. Думитреску, Выбор экономического решения при перекачке газов промежуточными компрессорными станциями. 426—429

И. Д. Драгоев: **Развитие основных идей о процессе отклонения ствола скважин**

Приводится существующая стадия в исследовании вопроса отклонения ствола скважин которая характеризуется имеющейся аналитической теорией которая связывает органически угол отклонения скважины от вертикали деформации бурильной колонны и ряда геологических свойств пород и пластов характерных для изучеемого процесса (теория А. Любинского и М. Б. Вудса). Обращается внимание, особенным образом на принципиальные ограничения этой теории, которые основательно понижают ее практическое применение. Высказывают мысль что в настоящий момент необходимо и возможно разработать изучение фундаментального характера, основанного на теории линейных превращений и на тензорном исчислении, разрешив таким образом не только ограничения указанные теорией А. Любинского и М. Б. Вудса, но и добится включения в количественные соображения ряда новых сторон, очень важных для бурового процесса.

Petrol şi Gaze, 23, 1972, nr. 7, p. 400
д.k.622.241.6

М. Метч: **Измерение забойной температуры у скважин с циклическим нагнетанием пара**

Указывается что температура в стволах скважин с циклическим нагнетанием пара может изменятся между довольно широкими пределами и описываются три метода по измерению забойной температуры у нагнетательных скважин.

Petrol şi Gaze, 23, 1972, nr. 7 p. 405
д.k. 622.241.8

И. Крецу: **Интерференция экстрактивных газовых скважин**

Приводится способ изучения интерференции скважин находящихся на газоносных месторождениях с круглым или линейным контуром краевой воды или с линейным непроницаемым контуром. Исходя из положения, что движение газов в пористых средах является потенциальным, определяется поле давлений и получают систему алгебраических уравнений, решение которых, относительно дебитов или динамических давлений скважин дает возможность определить или вычислить коэффициенты интерференции и экранирования, путем которых оцениваются качественно интерференционные явления. Решения уравнений движения были получены для стационарных или нестационарных движений производимых газодобывающими скважинами с постоянным дебитом и которые могут применятся также и для случая изменяющегося дебита.

Petrol şi Gaze, 23, 1972, nr. 7, p. 409
д.k. 622.324

К. Саву, К. Джаварини, И. Зырнэ: **Определение стекловидных переходов в битуме при помощи дифференциальной колориметрии**

В статье приводится расчетное отношение по определению температуры стекловидных переходов которое коррелируется с физико-химическими свойствами битума. Далее приводятся компоненты битума которые ответственны за стекловидный переход. Определение стекловидных переходов в битуме при помощи дифференциальной колориметрии характеризуется как простой и эффективный метод.

Petrol şi Gaze , 23, 1972, nr. 7, p. 418
д.k. 4.665-45.536.62

Г. Думитреску: **Выбор экономического решения при перекачке газов промежуточными компрессорными станциями**

В статье обсуждается вопрос оптимизации перекачки природных газов трубопороводами, в случае когда необходимы промежуточные компрессорные станции. Для выбора наиболее экономных решений, в рамках статьи устанавливаются в заключении два основных отношения: удельное капиталовложение и удельная себестоимость, взятых в зависимости от двух независмых переменных-диаметр трубопровода и давление перекачки. С этой целью в статье устанавливается также оптимальная норма сжатья для промежуточных станций. Расчеты по обоснованию основываются на отношении потребной мощности для сжатия, отношение приведенное автором в новой форме по сравнению с классической формой. В конце приводится пример числового расчета.

Petrol şi Gaze, 23, 1972, nr. 7, p. 426
д.k. 622.691.4

INHALT

***: **Leitartikel** 387—388

D. Milcoveanu : **Eine neue, für geophysikalische Forschungen nützliche Grösse** 393—399

J. D. Dragojeff : **Entwicklung der Grundideen über den Prozess der Sondenabweichung** 400—404

M. Metsch : **Messung der Sohlentemperatur bei Sonden mit zyklischer Dampfeinpressung** 405—408

I. Creţu : **Interferenz der Gasfördersonden** 409—417

C. Savu, C. Giavarini, I. Zîrnă: **Bestimmung der glasigen Übergänge im Bitumen mit Hilfe der Differentialkalorimetrie** 418—420

I. Blidişel, E. Welther, M. A. Barbul, C. Brandrabur : **Umsetzung des Thiophens in Anwesenheit verschiedener Formen eines Ni — — Mo/Al_2O_3-Katalysators** 421—425

Gh. Dumitrescu : **Auswahl der wirtschaftlichsten Lösung für die Beförderung der Gase mit zwischengeschalteten Verdichtungsstationen** 426—429

Jordan Dimitroff Dragojeff : **Entwicklung der Grundideen über den Prozess der Sondenabweichung.**

Der gegenwärtige Stand der Untersuchung der Sondenabweichung ist durch das Vorhandensein einer analytischen Theorie kennzeichnet, die eine organische Verbindung des Abweichungswinkel der Sonden von der Senkrechten und der Verformung des Bohrgestänges mit einigen geologischen Eigenschaften der Gesteine und der charakteristischen Schichten für den untersuchten Prozess herstellt (Theorie A. Lubinski und M. B. Woods).

In besonderer Weise wird auf die Grundsatzbegrenzung dieser Theorie hingewiesen, wodurch ihre praktische Anwendung wesentlich eingeschränkt wird. Es wird betont, dass es gegenwärtig notwending und möglich ist, Grundforschungen auf Basis der linearen Umwandlung und der Tensorialberechnung zu unternehmen, um so nicht allein die begrenzten Möglichkeiten der erwähnten Theorien (A. Lubinski und M. B. Wood) zu überwinden, sondern in die quantitativen Erwägungen auch einige neue, sehr wichtige Seiten des Bohrprozesses einzubeziehen.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 7, p. 400
D.K. 622.241.7

M. Metsch : **Messung der Sohlentemperatur bei Sonden mit zyklischer Dampfeinpressung**

Es wird darauf hingewiesen, dass die Temperatur im Bohrloch der Sonden mit zyklischer Dampfeinpressung innerhalb eines Messbereichs schwanken kann. Im Zusammenhang damit werden drei Methoden zur Messung der Sohlentemperatur an dieser Art von Sonden beschrieben.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 7, p. 405
D.K. 622.241.8

I. Creţu : **Interferenz der Gasfördersonden**

Es wird eine Untersuchungsweise der Interferenz von Sonden in Gaslagerstätten mit kreisförmiger oder linienförmiger Zufuhr-Randlinie oder linienförmiger undurchlässiger Randlinie dargelegt.

Von der Feststellung ausgehend, dass die Bewegung der Gase in porösen Medien potentiell verläuft, wird das Druckfeld ermittelt und ein System algebrischer Gleichungen erzielt, deren relative Lösung im Verhältinis zur Leistung und den dynamischen Drücken der Sonden, die Deffinition und Berechnung der Interferenz-und Abschirmungskoeffizienten zur quantitativen Bewertung der Interferenzerscheinung der Sonden ermöglicht. Die Lösungen der Bewegungsgleichungen wurden für stationäre oder nichtstationäre Bewegungen, die von Gasfördersonden bei konstanter Leistung verursacht werden erzielt, können jedoch auch für den Fall einer veränderlichen Leistung angewandt werden.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 7. p. 409
D.K. 622.324

C. Savu, C. Giavarini, I. Zîrnă: **Bestimmung der glasigen Übergänge im Bitumen mit Hilfe der Differentialkalorimetrie.**

Es wird eine Berechnungsrelation für die Bestimmung der Temperatur des glasigen Übergangs dargelegt, die mit den physikalischen und chemischen Eigenschaften des Bitumens korreliert wird.

Fortfahrend werden die Bestandteile des Bitumens, die die Erscheinung des glasigen Übergangs bewirken, angegeben. Die Bestimmung der glasigen Übergänge im Bitumen, mit Hilfe der Differentialkalorimetrie erweist sich als eine einfache und wirksame Methode.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 7, p. 418
D.K. 4.655.45 :536.62

Gh. Dumitrescu : **Auswahl der wirtschaftlichsten Lösung für die Beförderung der Gase mit zwischengeschalteten Verdichtungsstationen**

Der Verfasser behandelt das Problem der Optimalgestaltung der Beförderung von Naturgasen durch Leitungen mit zwischengeschalteten Verdichtungsstationen.

Für die Auswahl der wirtschaftlichsten Lösungen werden zwei Grundbeziehungen aufgestellt : spezifische Investition und spezifischer Kostenpreis, ausgedrückt im Verhältnis zu zwei unabhängigen Veränderlichen,— Rohrdurchmesser und Förderdruck. Im Zusammenhang damit wird auch die optimale Verdichtungsverhältnis der Zwischenstationen festgelegt.

Die Grundberechnungen beruhen auf der Relation der Verdichtungsleistung die in einer neuen Form ausgedrückt wird. Abschliessend wird ein nummerisches Berechnungsbeispiel angeführt.

Petrol şi Gaze, **23** 1972, nr. 7, p. 426
DK. 622.691.4

SOMMAIRE

*** **Editorial** 387—388

D. Milcoveanu : **Une nouvelle quantité utile aux explorations géophysiques** 393—399

I. D. Dragov : **Le développement des idées fondamentales sur le processus de déviation des sondes** 400—404

M. Metsch : **Mesurage de la température de fond chez les sondes à injection cyclique de vapeur** 405—408

I. Creţu : **L'interférence des sondes extractives de gaz** 409—417

C. Savu, C. Giavarini, I. Zîrnă : **Détermination des transitions vitreuses du bitume à l'aide de la calorimétrie différentielle** 418—420

I. Blidişel, E. Welther, M. A. Barbul, C. Bandrabur : **Conversion du thiophène en présence des différentes formes d'un catalyseur Ni—Mo/Al_2O_3** 421—425

Gh. Dumitrescu : **Le choix de la solution économique dans le transport des gaz aux stations intermédiaires de compression** 426—429

I. D. Dragoev : **Le développement des idées fondamentales sur le processus de déviation des sondes**

On présente le stade actuel des recherches sur la déviation des sondes, lequel est caractérisé par l'existence d'une théorie analytique liant de façon organique l'angle de déviation de la sonde par rapport à la verticale à la garniture de forage et à certaines propriétés géologiques des roches et des couches caractéristiques du processus étudié (théorie de A. Lubinski et M. B. Woods).

On attire tout particulièrement l'attention sur les limitations de principe de cette théorie, qui réduisent de manière substantielle son applicabilité pratique. On exprime l'idée qu'à l'heure actuelle il est nécessaire et possible d'entreprendre une étude à caractère fondamental, basée sur la théorie des transformations linéaires et sur le calcul tensoriel dépassant ainsi non seulement les limitations mentionnées de la théorie de A. Lubinski et M. B. Woods, mais en incluant aussi, dans des considérations quantitatives, certains côtés nouveaux, très importants, du processus de forage.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 7, p. 400
C.D. 622.241.7

M. Metsch : **Mesurage de la température de fond chez les sondes à injection cyclique de vapeur**

On fait ressortir que la température peut varier entre des limites assez larges dans les trous des sondes à injection cyclique de vapeur et on décrit trois méthodes pour mesures les températures de fond des sondes à injection.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 7, p. 405
C.D. 622.241.8

I. Creţu : **L'interférenee des sondes extractives de gaz**

On présente une méthode d'étudier l'interférence des sondes situées dans les gisements gazéifères à contour d'alimentation circulaire ou linéaire ou à contour linéaire imperméable.

Partant de la constatation que le mouvement des gaz en milieux poreux est potentiel, on détermine le champ des pressions et on obtient un système d'équations algébriques dont la solution relative aux débits ou aux pressions dynamiques des sondes permet de définir et de calculer les coefficients d'interférence et d'écranage par lesquels on apprécie de façon quantitative les phénomènes d'interférence des sondes. Les solutions des équations du mouvement ont été obtenues par des mouvements stationnaires et non stationnaires engendrés par des sondes extractives de gaz à débit constant et peuvent être étendues au cas de l'extraction à débit variable.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 7, p. 409
C.D. 622.324

C. Savu, C. Giavarini, I. Zîrnă: **Détermination des transitions vitreuses du bitume à l'aide de la calorimétrie différentielle**

On présente une relation de calcul pour déterminer la température de transition vitreuse qui est corrélée avec les propriétés physico-chimiques du bitume.

On présente ensuite les composantes du bitume responsables pour le phénomène de transition vitreuse.

La détermination des transitons vitreuses du bitume à l'aide de la colorimétrie différentielle se présente comme une méthode simple et efficace.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 7, p. 418
C.D 4.665·45:536.62

Gh. Dumitrescu : **Le choix de la solution économique dans le transport des gaz aux stations intermédiaires de compression**

L'article discute le problème de l'optimisation des transports des gaz naturels par conduites, au cas où des stations intermédiaires de compression s'avèrent nécessaires .

Afin de choisir les solutions les plus économiques, on établit finalement deux relations de base : l'investissement spécifique et le prix de rivient spécifique, présentées en fonction de deux variables indépendentes : le diamètre de la conduite et la pression de transport. A cet effet, on établit, en même temps, dans le cadre de l'article, le rapport optimum de compression des stations intermédiaires.

Les calculs fondamentaux sont basés sur la relation de la puissance nécessaire à la compression, relation placée par l'auteur sous une forme nouvelle par rapport à la forme classique.

On présente finalement un exemple de calcul numérique.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 7, p- 426
C..D. 622.691.4

Petroliștii participă cu entuziasm la marea întrecere socialistă

„Cincinalul înainte de termen"

Întregul popor întîmpină Conferința Națională a partidului și cea de a XXV-a aniversare a Republicii într-un climat de muncă entuziastă. La marea întrecere socialistă pentru îndeplinirea cincinalului înainte de termen ce se desfășoară în țară, participă și petroliștii din întreprinderile de foraj și schelele de extracție a țițeiului și gazelor, din unitățile de prelucrare a țițeiului. Activitatea lor intensă este oglindită de însemnatele rezultate obținute de la începutul anului și pînă acum, în înscrierea a noi obiective mobilizatoare în angajamentul pe anul în curs, de numeroase și prețioase inițiative și acțiuni muncitorești.

Sînt bine cunoscute obiectivele ce se urmăresc în actuala perioadă de dezvoltare a economiei naționale — cincinalul 1971—1975. În activitatea de foraj se urmărește extinderea metodelor moderne în scopul creșterii vitezelor mecanice, a metrajului pe sapă, precum și reducerea prețului de cost pe metru forat. Se prevede, printre altele, ca forajul cu jet să reprezinte în 1975 peste 50% din volumul lucrărilor. Ridicarea forajului la un nivel superior urmează să se facă prin aplicarea metodelor de optimizare a regimului de foraj, prin îmbunătățirea programelor de construcție a sondelor, reducerea consumului de materiale și manoperă și alte măsuri eficiente.

Obiectivele majore ale petroliștilor din sectorul de extracție, pentru perioada 1971—1975, sînt: creșterea cantității de țiței extras de la 13,7 mil. t. în 1971 la 14,3 mil. t. în 1975 și de gaz metan extras, în aceeași perioadă, de la 21,2 miliarde m^3 la 25,5—26,8 miliarde m^3. Pentru atingerea lor petroliștii dezvoltă o amplă acțiune în scopul perfecționării tehnologiilor de exploatare, a reducerii pierderilor în extracția și transportul țițeiului, utilizarea forajului de mare adîncime și reactivarea fondului de sonde inactive.

Marea întrecere socialistă urmărește realizarea sarcinilor actualului cincinal înainte de termen. Petroliștii se înscriu cu realizări, cu angajamente concrete. Exemple sînt foarte multe. Să ne oprim la cîteva mai sugestive. Cumulate, de pildă, noile angajamente ale brigăzilor, secțiilor și schelelor, ale fiecărui sondor în parte, de la Grupul industrial pentru foraj și extracția țițeiului din Moinești, înseamnă un plus la producția marfă de 5 mil. lei, beneficii suplimentare de 6 mil. lei, o creștere a productivității muncii de 1%. Cele mai semnificative contribuții la noile cifre din angajament și le-au adus colectivele de petroliști de la schelele Zemeș și Moinești, care au hotărît, printre altele, să obțină sporuri la producția marfă de 2 570 000 lei și, respectiv, 2 000 000 lei. Obiectivul urmărit este același la toate locurile de muncă: îndeplinirea exemplară a sarcinilor de plan, a angajamentelor asumate în cel de-al doilea an al cincinalului.

Între obiectivele cuprinse în angajamentele pe care petroliștii unităților de foraj și le-au asumat, un loc de seamă îl ocupă reducerea continuă a timpului neproductiv. Interesul pentru ca acest indicator să înregistreze o permanentă scădere, determină în rîndurile petroliștilor preocupări multiple pe planul înlăturării avariilor, reducerii și rezolvării operative a complicațiilor, executării unor revizii și reparații la utilajele și instalațiile din dotare de cea mai bună calitate. În acest an al cincinalului sondorii celor două unități de foraj din cadrul G. I. F. E. Ț. Moinești s-au angajat să reducă timpul neproductiv chiar sub 10%, superior celui din 1971. Este un angajament mobilizator care solicită eforturi susținute din partea fiecărui sondor, aplicarea, la toate locurile de muncă, a unui întreg complex de măsuri tehnice și organizatorice. Pe zi ce trece se evidențiază faptul că se pun în valoare noi rezerve la fiecare loc de muncă. Astfel, organizînd judicios și temeinic activitatea, brigada de foraj condusă de maistrul Gheorghe Băbălău a terminat forajul la sonda 55 cu 20 de zile mai devreme înscriindu-și numele cu majuscule pe panoul fruntașilor la sectorul de foraj Berca. De altfel, petroliștii de aici și-au propus ca în 1972 să foreze peste plan 400 m și să reducă prețul de cost al forajului cu 300 000 lei. Pentru materializarea acestor angajamente se va intensifica acțiunea de reducere a timpului neproductiv, acordîndu-se o mare atenție utilizării raționale a instalațiilor, sporirii vitezei de foraj.

Împreună cu sondorii de la foraj își sporesc angajamentele în întrecerea socialistă și petroliștii Schelei de extracție Berca. Ei sînt hotărîți ca la finele celui de al doilea an al cincinalului 1971—1975 să realizeze peste prevederile planului: 650 000 lei la producția globală, 1 200 000 lei la producția marfă, 1 000 000 lei economii prin reducerea prețului de cost. Pentru realizarea exemplară a acestor angajamente petroliștii vor asigura în permanență o exploatare rațională a sondelor în care scop se va aplica o gamă largă de metode și procedee tehnologice moderne.

Reevaluîndu-și cu înalt simț de răspundere rezervele de care dispun pe linia îmbunătățirii calității lucrărilor de intervenții, prelungirii duratei de exploatare a utilajelor și instalațiilor, reducerea accidentelor tehnice, aplicarea riguroasă a măsurilor tehnologice, petroliștii din Schela de extracție Videle sînt hotărîți să dea peste plan o producție marfă în valoare de 1,6 mil. lei. De asemenea, productivitatea muncii va fi depășită cu 600 lei pe salariat, iar prin reducerea prețului de cost se vor realiza economii în valoare de 300 000 lei. De remarcat că în prima jumătate a anului colectivul de la Videle a realizat peste 60% din angajamentul suplimentat.

În primele rînduri ale întrecerii socialiste se află și petroliștii din Schela de extracție Băicoi. Ei sînt angajați în efortul general pentru îndeplinirea și depășirea planului. Pe baza analizei atente a rezervelor de la fiecare loc de muncă, petroliștii schelei își propun să realizeze în acest an peste plan: un volum de producție globală în valoare de 600 000 lei, creșterea valorii producției marfă suplimentare cu aproape 700 000 lei, creșterea producției de țiței extras peste plan cu 600 t mai mult față de angajamentul inițial, sporirea productivității muncii planificate de la 582 lei pe salariat la 742 lei pe salariat, obținerea de economii peste plan la prețul de cost în valoare de 500 000 lei.

Printre colectivele care se mîndresc cu faptul de a fi îndeplinit planul semestrial înainte de termen se numără și cele ale întreprinderilor de cimentări și operații speciale și de carotaj și perforare din Ploiești. În prima jumătate a acestui an s-au efectuat la sonde circa 800 de operații speciale ca cimentări, carotaje și perforări, peste plan. De subliniat că specialiștii din aceste unități au conceput și realizat pînă acum pentru nevoile proprii, o instalație complexă folosită cu rezultate bune la cimentarea coloanelor de sondă pînă la adîncimi de 700 metri, echipamente de operațiuni de carotaj radioactiv, geofizic și de extindere a operațiunilor de perforare cu jet, precum și alte agregate, ceea ce a permis reducerea importului cu peste 1 milion lei valută.

În scopul realizării integrale a planului și a angajamentelor luate în întrecerea socialistă, se depun eforturi susținute pentru perfecționarea organizării producției și a muncii. Un exemplu grăitor în această privință îl dau specialiștii Schelei de extracție Cîmpina, care au elaborat în acest an 3 studii tehnico-economice, ce au fost primite cu mult interes de către sondori, datorită contribuției pe care o aduc la creșterea productivității muncii, a producției. Numai eficiența economică directă ce se va obține prin finalizarea acestor studii se ridică la aproape 160 000 lei.

Cel de al X-lea Congres al P. C. R. a pus în fața colectivelor de muncă din rafinării sarcini concrete privind creșterea valorii produselor obținute dintr-o tonă de țiței, ridicarea calității produselor petroliere, asigurarea petrochimiei cu materii prime. Valoarea produselor petroliere obținute dintr-o tonă de țiței, de exemplu, urmează să fie la sfîrșitul acestui cincinal cu 70% mai mare decît a țițeiului brut, iar cantitatea de produse ce va fi livrată petrochimiei urmează să se dubleze în 1975 față de 1970.

Noile obiective ce urmează să fie puse în funcțiune în acest sector vor contribui la adîncirea prelucrării țițeiului, prin introducerea tehnologiilor moderne, îndeosebi a celor catalitice. Astfel, prin intrarea în producție a instalațiilor celei de a 3-a etape a dezvoltării Rafinăriei Pitești, se obține o prelucrare adîncă a țițeiului, valorificarea tonei de țiței crescînd de la 385 lei/t cît este în prezent, la aproape 460 lei/t, realizîndu-se totodată o creștere a productivității muncii cu peste 30% și o mărire a beneficiilor de aproximativ 3,5 ori.

La marea bătălie pentru realizarea cincinalului înainte de termen și rafinorii se găsesc în primele rînduri. Dintre colectivele care s-au angajat să-și intensifice substanțial eforturile în muncă face parte și cel al Rafinăriei Ploiești-Nord, care obține realizări importante pe calea diversificării producției. Prin obținerea emulsiilor cationice de bitumuri, rafinăria realizează o valorificare a bitumului de 10%, o mărire substanțială a productivității muncii datorită gradului ridicat de automatizare. Un alt sector al rafinăriei unde se urmărește conseevent creșterea valorii produselor petroliere este instalația de rectificare fină a benzinelor. Aici, echipe de cîte 4—5 muncitori specialiști într-un schimb obțin fracțiuni înguste de benzină care sînt utilizate ca solvenți în cele mai diverse domenii — industria farmaceutică, alimentară etc. De la 5 solvenți cît se realizau în anii trecuți s-a ajuns la 12. Ponderea solvenților în totalul producției de benzină a rafinăriei a ajuns la 25%.

Petroliștii Rafinăriei Ploiești au reanalizat sarcinile de plan și au găsit rezerve pentru a realiza mai mult în acest an, față de angajamentul stabilit la 1 Mai: 32 milioane lei la producția globală, față de 9 milioane, 35 milioane lei producția marfă față de 12 milioane, 35 milioane lei la producția marfă vîndută și încasată, față de 13 milioane. La produse se va realiza, de asemenea, mai mult față de angajament, respectiv 5 000 t benzină, 35 000 t motorină, 45 000 t păcură, un volum de beneficii de 5 milioane lei și un spor la productivitatea muncii planificate de 5 000 lei pe salariat. Consumurile vor fi reduse cu 2 000 t combustibil, 30 000 t abur, 300 t acid sulfuric, 5 000 t la consum tehnologic.

Produse petroliere mai multe, mai bune, și mai ieftine! Nu este o simplă lozincă, ci, o deviză de muncă a rafinorilor, un obiectiv de seamă care va contribui la îndeplinirea planului pe 1972 și al cincinalului înainte de termen. În acest scop, rafinorii de la Teleajen s-au angajat să dea o producție globală, peste plan, în valoare de aproape 7 milioane lei și tot atît la producția marfă. La beneficii este prevăzut un plus peste prevederi de 5 milioane lei. Totodată petroliștii rafinăriei sînt hotărîți să economisească, cum arată angajamentul, combustibili în valoare de 600 000 lei, energie electrică în sumă de aproape 400 000 lei, să consume abur și chimicale cu peste 1,1 milioane lei mai puțin la un volum sporit de producție.

Un efort deosebit depun specialiștii din industria de prelucrare a țițeiului pentru obținerea unor indicatori înalți de calitate. Astfel, colectivul complexului de reformare catalitică, din cadrul Rafinăriei Borzești a reușit să obțină anul acesta numai produse de bună calitate. Toluenul, fabricat în instalația complexului, de exemplu, are în prezent o concentrație de 99,9% conținînd doar 0,1% parafine; etilbenzenul are o puritate de 99,8%, iar normal-butanul se realizează cu o puritate de 98,8%. Indici superiori se înregistrează și în ce privește calitatea benzenului, a paraxilenului și propanului. O atenție sporită se acordă în rafinărie diminuării consumului de utilități. Astfel, pînă la sfîrșitul anului se preconizează realizarea unor economii de 2 500 t abur, 200 000 m^3 apă de răcire 300 000 kW/h la energia electrică, 50 t sodă și 2 000 kg catalizator sintetic, iar la combustibil se vor aplica cele, mai bune măsuri, pentru a ne încadra în consumul planificat. Pentru realizarea acestor economii s-au prevăzute o serie de măsuri. Dintre ele se amintesc: urmărirea atentă a consumurilor de utilități, analiza lor decadată, evitarea funcționării sub capacitatea proiectată a utilajelor și instalațiilor, intensificarea circulației catalizatorului pentru reducerea consumului de combustibil și altele.

La Dărmănești, rafinatorii s-au integrat deplin în marea acțiune menită să contribuie la realizazea cincinalului înainte de termen. Îndeplinirea exemplară a sarcinilor de plan și a angajamentelor asumate în întrecere, valorificarea superioară a resurselor de materii prime, sporirea eficienței economice — iată obiectivele ce au fost înscrise pe graficul întrecerii socialiste. Reevaluînd posibilitățile, resursele existente, petroliștii de la Dărmănești au hotărît să-și suplimenteze angajamentul asumat la începutul acestui an cu 1 000 000 lei la producția globală și, respectiv, la producția marfă. Productivitatea muncii va spori cu 4 000 lei pe salariat, iar economiile suplimentare la prețul de cost vor atinge o valoare de 1 500 000 lei. Se vor produce suplimentar 1 400 t benzină, 500 t petrol, 700 t motorină.

Acestea sînt doar cîteva din sutele de exemple, care ilustrează avîntul de nestăvilit al petroliștilor angajați în marea întrecere socialistă desfășurată în întîmpinarea Conferinței Naționale a partidului și a aniversării Republicii. Înfăptuirea acestor angajamente va contribui la dezvoltarea industriei petroliere, la înflorirea economiei naționale, la creșterea bunăstării poporului nostru.

Perfecționarea sistemului informațional — decizional

N. Puşcoiu

În condițiile creșterii complexității economiei noastre naționale, cerințele planificării și conducerii social-economice impun să se acorde o atenție din ce în ce mai mare aspectelor informaționale ale activității umane în procesul muncii și în luarea unor decizii care să contribuie la progresul și buna funcționare a întreprinderilor, organizațiilor și societății în ansamblul ei, în concordanță cu obiectivele făuririi societății socialiste multilateral dezvoltate în țara noastră.

O coordonată esențială a perfecționării activității în toate domeniile și ramurile economiei naționale o constituie crearea unui sistem informațional cuprinzător și operativ. Liniile de dezvoltare a informaticii în țara noastră sînt clar stabilite în Hotărîrea C.C. al P.C.R. cu privire la perfecționarea sistemului informațional economico-social, introducerea sistemelor de conducere cu mijloace de prelucrare automată a datelor și dotarea economiei naționale cu tehnică de calcul în perioada 1971—1980.

După cum se arată în acest document al conducerii partidului, orientările de bază ale informaticii în viitorii ani privesc : introducerea cu prioritate a acesteia în întreprinderi și centrale industriale, acordîndu-se atenție deosebită conducerii producției ; stabilirea fluxurilor informaționale optime, îmbunătățirea sistemului de indicatori economico-sociali.

În anul 1980, în Hotărîre se prevede ca circa 1 000 de unități economice să utilizeze tehnica de calcul în conducerea producției. Pînă în anul 1975 vor fi construite circa 80 de centre de calcul, la care va fi conectat un număr cît mai mare de unități dotate cu mijloace adecvate de pregătire și transmitere a datelor ; treptat, se vor dota cu echipamente de calcul și transmitere a datelor toate județele țării, în concordanță cu nevoile acestora, urmărindu-se utilizarea eficientă a calculatoarelor. Concomitent cu construirea acestor centre se va trece la formarea și organizarea băncii centrale de date, precum și a bibliotecii naționale de programe. Se prevede, de asemenea, adaptarea rețelei de telecomunicații la necesitățile interconectării viitoare a calculatoarelor.

Pentru asigurarea funcționării acestor sisteme de prelucrare automată a datelor, în perioada 1971—1975 vor fi pregătite peste 20 000 cadre de specialitate, acestora alăturîndu-li-se încă peste 8 000 de programatori și operatori, ce vor fi salarizați în aceeași perioadă pentru deservirea echipamentelor de medie mecanizare.

Pentru perioada 1976—1980, se prevede intrarea în funcțiune a sistemelor funcționale generale și a sistemelor de conducere operativă a unor ramuri și activități ; se va trece la completarea rețelei de transmitere de date cu linii de telecomunicații speciale, în vederea interconectării sistemelor de conducere cu mijloace de prelucrare automată a datelor și se vor completa cu noi elemente băncile de date. Astfel, după anul 1980, vor fi asigurate premisele realizării treptate a sistemului național de conducere cu mijloace de prelucrare automată a datelor.

Pentru crearea bazei materiale, Ministerul Industriei Construcțiilor de Mașini, împreună cu Comitetul de Stat al Planificării și Consiliul Național pentru Știință și Tehnologie, va elabora un program complex de fabricare în țară a calculatoarelor electronice moderne de mare capacitate și, de asemenea, de echipamente electromecanice de prelucrare a informațiilor prevăzîndu-se în acest scop, pentru perioada 1971—1975, circa 5 miliarde lei investiții. De asemenea, Ministerul Educației și Învățămîntului, împreună cu Consiliul Național pentru Știință și Tehnologie, va promova literatura de specialitate pentru documentarea specialiștilor în pas cu tehnica mondiala.

Pe plan economic se vor lua măsuri pentru raționalizarea evidențelor în întreprinderi economice, centrale industriale și organizații socialiste, pentru unitarizarea lor, în scopul folosirii tehnicii de calcul atît în gestiune, cît și în conducerea operativă a producției.

Știința conducerii creează posibilitățile obținerii unor eficiențe economice maxime în procesele de producție, printr-o dirijare rațională a utilajelor și instalațiilor, a resurselor materiale și a eforturilor umane. Ea presupune rezolvarea problemelor sub raport previzional, organizatoric de conducere, de luare a deciziilor și control.

Elementul esențial al acestor științe este așa-numita teorie a deciziilor, potrivit căreia, în rezolvarea oricărei probleme economice, sînt posibile numeroase soluții, dintre care, potrivit imperativului eficienței maxime, trebuie identificată și adoptată varianta optimă, în vederea obținerii unor rezultate superioare.

Optimizarea producției este de neconceput în afara tehnicii moderne de calcul. Soluția optimă trebuie să îmbine operativitatea, rapiditatea, cu luarea în considerare a unui mare număr de factori și ipoteze, or aceste condiții nu pot fi realizate decît folosind mijloacele moderne de calcul, respectiv calculatoarele electronice, care furnizează baza informațională necesară elaborării deciziei optime ce se impune.

Pentru socialism, știința conducerii economice este o problemă cu atît mai importantă, cu cît, în condițiile existenței proprietății socialiste asupra mijloacelor de producție, există posibilitatea și necesitatea adoptării de hotărîri nu numai la nivelul fiecărei întreprinderi sau centrale industriale, ci și pe planul întregii economii, lucru ce nu poate fi luat în discuție în cazul economiei capitaliste, unde aceasta se aplică doar la nivelul întreprinderii sau concernului. De aceea, știința conducerii capătă dimensiuni considerabil sporite în socialism.

Pe plan mondial, informatica are o vechime de circa două decenii, ajungîndu-se în prezent la un stadiu avansat de dezvoltare. În țara noastră, introducerea științei în toate domeniile vieții sociale și economice a căpătat un avînt deosebit prin directivele Congresului al IX-lea al P.C.R. și de ale Conferinței Naționale din decembrie 1967, cu care ocazie au fost elaborate principiile de perfecționare a metodelor de conducere a economiei naționale.

În anul 1967 a fost înființat un centru de pregătire a cadrelor de conducere, iar începînd cu acest an, în cadrul academiei „Ștefan Gheorghiu" a luat ființă Institutul central pentru pregătirea și perfecționarea cadrelor de conducere din economie și administrația de stat.

Recenta Hotărîre a C.C. al P.C.R. stabilește cadrul legal al programului de lungă durată privind perfecționarea sistemului informațional economico-social, introducerea sistemelor de conducere cu mijloace de prelucrare automată a datelor și dotarea economiei naționale cu tehnică de calcul, cît și programe de pregătire și recalificare a cadrelor. Pe aceste căi, cadrele de conducere, inginerii, economiștii, masele largi de muncitori își însușesc știința conducerii activității economice, iau contact cu tot ce s-a realizat în acest domeniu pe plan mondial. Studierea și aplicarea la condițiile concrete ale țării noastre a tot ce s-a realizat pe planul științei conducerii constituie o sarcină fundamentală a fiecărui membru de partid și, în general, a fiecărui lucrător constructor al societății românești multilateral dezvoltate.

În cadrul Ministerului Minelor, Petrolului și Geologiei, Hotărîrea din aprilie 1972 a conducerii partidului vine să dea soluții unor deziderate legate de știința conducerii întreprinderilor și centralelor industriale.

În planul de lucru al Centrului de calcul al ministerului au fost înscrise teme de mare eficiență economică, care, o dată rezolvate, vor asigura performanțe pentru indicatorii tehnico-economici, comparabile cu ale țărilor cu industrie dezvoltate.

De la temele de gestiune economică, evidențe contabile, urmărirea și evidența producției de țiței și gaze, Centrul de calcul al ministerului va trece la probleme majore de conducere științifică a producției — teme de optimizare a extracției de cărbuni, minereuri, petrol și gaze naturale.

O parte din aceste teme se rezolvă și în prezent în cadrul Centrului de calcul, urmînd ca, pe măsura dotării cu noi echipamente și dispozitive de calcul, să se mărească configurația actuală și să poată fi abordate teme cu un grad mai mare de complexitate.

Hotărîrea din aprilie a Comitetului Central al Partidului prevede un ritm accelerat de dotare cu calculatoare electronice și mașini electromecanice, care va da garanția că Centrul nostru de calcul va putea aborda și soluționa temele înscrise în planul de perspectivă cît și alte teme noi pe care le vor solicita întreprinderile economice și centralele industriale ale ministerului nostru.

Pe această bază se va trece la sisteme integrate de conducere a producției cu mijloace de prelucrare automată a datelor, contribuind în acest fel la creșterea eficienței economice a unităților productive ale Ministerului Minelor, Petrolului și Geologiei.

Gospodărirea apelor: o problemă ce trebuie înfăptuită cu prioritate şi în cadrul industriei petroliere din R. S. România

Gopodărirea raţională a resurselor de apă s-a înscris organic şi plenar în complexul de măsuri care au fost indicate de Congresul al X-lea al P. C. R., precum şi de plenara Comitetului Central al P. C. R. din 17—19 III 1970.

Problemele de gospodărire a apelor au crescut în amploare şi complexitate datorită schimbărilor social-economice profunde, care au avut loc în R. S. România, ca : ridicarea permanentă a nivelului de trai al populaţiei, dezvoltarea rapidă a industriei şi modernizarea agriculturii, trecerea la etapa făuririi societăţii socialiste multilateral dezvoltate, care determină o sporire considerabilă a cerinţelor de apă.

O dată cu mărirea, an de an, a consumului de apă, a gradului de utilizare a resurselor de apă, s-a accentuat şi procesul de poluare a apelor, ca urmare a cantităţilor din ce în ce mai mari de ape uzate pe care industria şi centrele populate le descarcă în cursurile de apă. Asigurarea în aceste condiţii a nevoilor de apă ale populaţiei, ale industriei şi ale agriculturii şi înrăutăţirea stării sanitare a mediului ambiant au impus noi reglementări energice pentru întărirea disciplinei de stat în acest domeniu.

Întrucît decretul nr. 143, din 4 aprilie 1953, care reglementa folosirea raţională, amenajarea şi protecţia apelor, nu a mai corespuns cerinţelor prezentei etape de dezvoltare social economică a ţării noastre, a fost elaborat proiectul de lege privind gospodărirea apelor în R. S. România.

Acest proiect înfăptuieşte politica partidului şi statului privind gospodărirea apelor ţării, în cadrul vastului proces de perfecţionare şi sistematizare a legislaţiei, care se desfăşoară din iniţiativa şi sub conducerea directă a conducerii de partid şi de stat, personal a tovarăşului Nicolae Ceauşescu.

Proiectul de lege publicat în presă a fost supus unei largi consultări a maselor şi îmbunătăţit ca urmare a propunerilor şi sugestiilor făcute, iar în şedinţa din 20 aprilie 1972 a fost adoptat de Marea Adunare Naţională, devenind astfel lege.

Legea privind gospodărirea apelor în R. S. România stabileşte normele de bază ale regimului juridic al apelor din ţara noastră, în baza principiului înserat în lege, potrivit căruia gospodărirea apelor în R. S. România este o problemă de stat.

În lege, pe lîngă principiile de bază, ca : gospodărirea raţională a resurselor de apă, folosirea complexă a apelor şi a lucrărilor ce se construiesc pe ape, interzicerea prin lege a poluării apelor de suprafaţă sau subterane, planificarea activităţii de gospodărire a apelor, reglementări deosebite s-au înscris pentru activitatea de apărare împotriva acţiunilor distructive a apelor.

De asemenea, au fost prevăzute reguli pentru asigurarea scurgerii normale a apelor, înlăturarea oricăror obstacole care ar putea stînjeni cursul natural al apelor, s-au precizat sarcinile riveranilor, ale beneficiarilor de apă şi ale organelor de gospodărire a apelor cu privire la întreţinerea malurilor şi albiilor. Este reglementată, prin lege organizarea acţiunilor de combatere a inundaţiilor.

Folosirea raţională a apelor este reglementată, astfel că organizaţiile socialiste, care folosesc apa, sînt obligate de a adopta procedee tehnologice care să conducă la consumuri de apă cît mai mici, să permită recircularea apei şi să asigure reducerea, în cît mai mare măsură, a volumului şi nocivităţii apelor uzate evacuate.

În lege, regulile de protecţie a calităţii apelor ocupă un loc imporant. Evacuarea apelor uzate, care ar putea provoca poluarea apelor de suprafaţă sau subterane, nu se admite decît după o epurare corespunzătoare, în care scop toate ministerele, organele centrale şi locale, care au în subordine unităţi ce pot produce poluarea apelor, sînt obligate să asigure construirea de staţii şi instalaţii de epurare şi exploatare eficientă a acestora. Controlul respectării dispoziţiilor legale privind protecţia calităţii apelor revine, în principal, Inspecţiei de Stat a Apelor de pe lîngă Consiliul Naţional al Apelor.

Reglementări speciale au fost pervăzute pentru proiectarea, executarea, întreţinerea şi exploatarea lucrărilor ce se construiesc pe ape sau au legături cu apele, stabilindu-se că orice asemenea lucrare nu este permis să fie executată fără avizul organelor de gospodărire a apelor şi nici dată în exploatare sau în folosinţă fără autorizaţia aceloraşi organe.

În lege sînt prevăzute organele de gospodărire a apelor şi sarcinile care le revin. Gospodărirea apelor pe ansamblu teritoriului ţării şi pe bazine hidrografice se asigură de Consiliul Naţional al Apelor. Un rol important revine, ca urmare a atribuţiilor acordate prin lege, organelor judeţene de gospodărire a apelor, care asigură gospodărirea apelor pe plan local.

Pentru întărirea disciplinei de stat în domeniul apelor, a apărut necesar ca încălcările dispozițiilor legale, care prezintă un grad pronunțat de pericol social, să fie considerate infracțiuni și sancționate în consecință.

Așa cum rezultă din lege, problema gospodăririi raționale a resurselor de apă trebuie să stea în permanență în atenția tuturor organelor de stat, ca consumatori de apă, astfel ca fiecare să devină un factor responsabil pe linia combaterii risipei de apă și a păstrării calității acesteia.

În acest context, se înțelege, că și unităților petroliere le revin o serie de obligații și sarcini.

Cu ani în urmă, din zonele petrolifere ale țării și din rafinării, se deversau anual cantități apreciabile de reziduuri petroliere sau de ape sărate provenite de la exploatarea țițeiului pe cursurile de apă, depreciindu-le calitatea, fapt ce aducea mari prejudicii materiale populației și economiei naționale. Prin măsurile luate în schelele de extracție și rafinării, actualmente această situație a fost înlăturată : apele sărate sînt injectate înapoi în straturile petrolifere, iar reziduurile petroliere sînt captate la stațiile de epurare etc.

Cu toate aceste rezultate pozitive, Legea privind gospodărirea apelor impune luarea în continuare a unor măsuri de prevenire și combatere a cauzelor care pot provoca poluarea diverselor surse de apă, consumuri exagerate de apă și altele. Astfel, se impun următoarele :

— proiectarea și construcția instalațiilor de epurare a apelor va trebui să fie astfel făcute încît acestea să aibă un randament și un nivel calitativ maxim. Trebuie alese soluțiile optime, a nivel mondial ;

— exploatarea și întreținerea instalațiilor de epurare a apelor trebuie să decurgă în condiții optime ; personalul care deservește aceste instalații va trebui să fie selecționat și bine pregătit din punct de vedere tehnic ;

— instalațiile tehnologice din schele, din întreprinderile de foraj și din rafinării vor trebui să fie astfel întreținute și exploatate încît să nu producă pierderi de țiței, de noroi de foraj sau de apă sărată, care în final să ajungă în rîuri sau pe afluenți adiacenți acestor rîuri, producînd impurificarea lor ;

— conductele de țiței, de produse petroliere etc., precum și traversările acestora peste rîuri vor trebui să fie continuu supravegheate, iar remedierile, în caz de accidente — spargeri de conducte, erodarea susținerilor conductelor etc. — să fie executate cu maximum de operativitate, pentru a limita pierderile din aceste conducte. În acest sens, o grijă deosebită trebuie acordată traversărilor de conducte pe rîurile și afluenții adiacenți, ce reprezintă surse de alimentare cu apă a marilor centre urbane : rîul Argeș, Dîmbovița etc.

În cadrul vastului program de gospodărire a apelor țării noastre, ca urmare a grijii manifestate de conducerea partidului și statului nostru, în condițiile dezvoltării în ritmuri susținute a industriei, a agriculturii, precum și a ridicării gradului de civilizație a populației, legea privind gospodărirea apelor este un instrument principal pentru înfăptuirea politicii de partid și de stat în acest domeniu. Petroliștilor de toate specialitățile le revine sarcina de onoare de a contribui cu toate eforturile la înfăptuirea în cele mai bune condiții a acestei politici.

O nouă mărime utilă explorărilor geofizice

D. Milcoveanu

În cadrul acțiunii de valorificare a rezervelor interne de substanțe minerale utile, explorărilor geofizice le revin evident sarcini importante.

În acest sens a fost elaborat acest studiu care prezintă cadrul matematic, bazat pe modele echivalente, util explorărilor magnetometrice și aeromagnetometrice. S-au calculat expresiile analitice ale unei noi mărimi magnetice, denumită derivata după verticală a componentei verticale a cîmpului geomagnetic și simbolizată Z_z. Această mărime poate fi măsurată direct pe teren sau poate fi calculată, după tehnicile cunoscute [1], pe baza unei hărți ce conține componenta verticală Z a cîmpului geomagnetic.

Avantajul folosirii noii mărimi Z_z este identic cu acela care rezultă din conturarea anomaliilor gravimetrice în imaginea gradientului vertical de ordinul I al gravității g_z. Astfel, mărimea Z_z devine un instrument eficient de punere în evidență a anomaliilor locale, de rezolvare a anomaliilor suprapuse și în special de scoatere în evidență a anomaliilor reduse ca amplitudine și provocate de cauze superficiale în raport cu acelea de ordin regional, cauzate de distribuții de mase plasate în adîncime. Prin urmare se poate spune că noua mărime Z_z contribuie la separarea anomaliilor magnetice și aeromagnetice.

Deoarece interpretarea explorărilor geofizice pe baza mărimilor spectrale [2, 3, 4, 5, 6 și 7] este modernă și foarte promițătoare, au fost calculate și expresiile tuturor funcțiilor spectrale relative la noua mărime geofizică Z_z și la modelele echivalente considerate. Mărimile spectrale calculate sînt următoarele:

— spectrul de frecvență:

$$S_{Z_z}(\omega) = R(\omega) + jI(\omega).$$

— spectrul de amplitudine:

$$A_{Z_z}(\omega) = [R^2(\omega) + I^2(\omega)]^{1/2}$$

— spectrul de fază simplă:

$$\varphi_{Z_z}(\omega) = \text{arc tg}\ \frac{I(\omega)}{R(\omega)}.$$

— spectrul de putere:

$$P_{Z_z}(\omega) = R^2(\omega) + I^2(\omega).$$

— energia totală:

$$E_{Z_z} = \frac{1}{\pi}\int_0^\infty P(\omega)\cdot d\omega.$$

— funcția de autocorelație:

$$C_{Z_z}(x) = \frac{1}{\pi}\int_0^\infty P_{Z_z}(\omega)\cos(\omega x)\cdot d\omega$$

În ceea ce privește analiza spectrală, amintim că mărimile spectrale menționate, care sînt de natură statistică, permit, în cadrul unei interpretări, să se descopere, în dezordinea observațiilor de teren executate, ceea ce este specific explorării magnetometrice a zăcămîntului, ordinea și legătura statistică, adică cunoașterea obiectivă a zăcămîntului explorat.

După cum s-a menționat, în acest studiu vor fi prezentate, fără a se reproduce calculele efectuate, numai expresiile analitice ale funcțiilor $Z_z(x)$, precum și expresiile funcțiilor spectrale și ale funcției de autocorelație, relative la mărimea $Z_z(x)$ și la modelele cele mai utilizate în tehnica de interpretare a explorărilor magnetometrice. Formulele calculate sînt pentru emisfera boreală, iar în expresiile prezentate: $\Delta I \simeq T_0 \cdot \Delta X$.

MODELE ȘI FORMULE

1. Modelul treaptă dreaptă (fig. 1)

a) *Formule analitice*

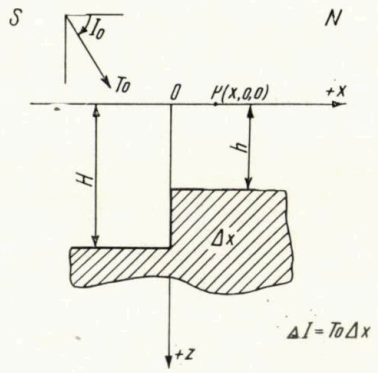


Fig. 1. Treapta dreaptă.

Derivata după verticală a componentei Z:

$$Z_z(x) = 2\Delta I\left(\frac{x\sin I_0 + h\cos I_0}{x^2+h^2} - \frac{x\sin I_0 + H\cos I_0}{x^2+H^2}\right)$$

b) *Formule spectrale*

Spectrul de frecvență :

$$S_{Z_z}(\omega) = 2\pi\,\Delta I\,(e^{-h\omega} - e^{-H\omega})\cos I_0 - j2\pi\Delta I\,(e^{-h\omega} - e^{-H\omega})\sin I_0$$

Spectrul de amplitudine :

$$A_{Z_z}(\omega) = 2\pi\Delta I\,(e^{-h\omega} - e^{-H\omega})$$

Spectrul de fază simplă :

$$\varphi_{Z_z} = -I_0$$

Spectrul de putere :

$$P_{Z_z}(\omega) = 4\pi^2\Delta I^2\,(e^{-\omega} - e^{-H\omega})^2$$

Energia :

$$E_{Z_z} = 4\pi\Delta I^2\left(\frac{1}{2H} + \frac{1}{2h} - \frac{2}{H+h}\right)$$

Funcția de autocorelație :

$$C_{Z_z}(x) = 8\pi\,\Delta I^2\left[\frac{H}{4H^2+x^2} + \frac{h}{4h^2+x^2} - \frac{H+h}{(H+h)^2+x^2}\right]$$

2. **Modelul falie dreaptă (fig. 2)**

a) *Formule analitice*

Derivata după verticală a componentei Z :

$$Z_z(x) = 2\Delta I\left(\frac{x\sin I_0 + h_1\cos I_0}{x^2+h_1^2} - \frac{x\sin I_0 + H_1\cos I_0}{x^2+H_1^2} - \frac{x\sin I_0 + h_2\cos I_0}{x^2+h_2^2} + \frac{x\sin I_0 + H_2\cos I_0}{x^2+H_2^2}\right)$$

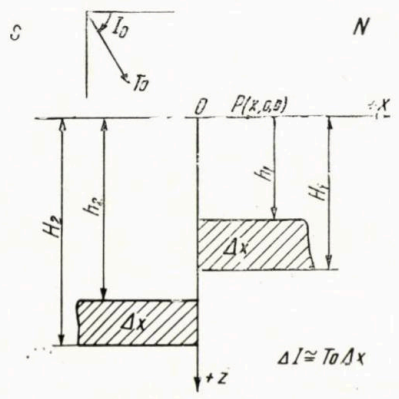


Fig. 2. Falia dreaptă.

b) *Formule spectrale*

Spectrul de frecvență

$$S_{Z_z}(\omega) = 2\pi\Delta I\,[(e^{-h_1\omega} - e^{-H_1\omega}) - (e^{-h_2\omega} - e^{-H_2\omega})]\cos I_0 - j2\pi\Delta I\,[(e^{-h_1\omega} - e^{-H_1\omega}) - (e^{-h_2\omega} - e^{-H_2\omega})]\sin I_0$$

Spectrul de amplitudine :

$$A_{Z_z}(\omega) = 2\pi\Delta I\,[(e^{-h_1\omega} - e^{-H_1\omega}) - (e^{-h_2\omega} - e^{-H_2\omega})]$$

Spectrul de fază simplă :

$$\varphi_{Z_z} = -\varphi I_0$$

Spectrul de putere :

$$P_{Z_z}(\omega) = 4\pi^2\Delta I^2\,[(e^{-h_1\omega} - e^{-H_1\omega}) - (e^{-h_2\omega} - e^{-H_2\omega})]^2$$

Energia :

$$E_{Z_z} = 4\pi\,\Delta I^2\left(\frac{1}{2h_1} + \frac{1}{2H_1} + \frac{1}{2h_2} + \frac{1}{2H_2} - \frac{2}{h_1+H_1} - \frac{2}{h_2+H_2} - \frac{2}{h_1+h_2} - \frac{2}{H_1+H_2} + \frac{2}{h_1+H_2} + \frac{2}{h_2+H_1}\right)$$

Funcția de autocorelație :

$$C_{Z_z}(x) = 8\pi\,\Delta I^2\left[\frac{h_1}{4h_1^2+x^2} + \frac{H_1}{4H_1^2+x^2} + \frac{h_2}{4h_2^2+x^2} + \frac{H_2}{4H_2^2+x^2} - \frac{h_1+H_1}{(h_1+H_1)^2+x^2} - \frac{h_2+H_2}{(h_2+H_2)^2+x^2} - \frac{h_1+h_2}{(h_1+h_2)^2+x^2} - \frac{H_1+H_2}{(H_1+H_2)^2+x^2} + \frac{h_1+H_2}{(h_1+H_2)^2+x^2} + \frac{h_2+H_1}{(h_2+H_1)^2+x^2}\right]$$

3. **Modele horst și graben (fig. 3)**

a) *Formule analitice*

Derivata după verticală a componentei Z :

$$Z_{Z_z}(x) = 2\Delta I\left[\frac{(x+l)\sin I_0 + h\cos I_0}{(x+l)^2+h^2} - \frac{(x+l)\sin I_0 + H\cos I_0}{(x+l)^2+H^2} - \frac{(x-l)\sin I_0 + h\cos I_0}{(x-l)^2+h^2} + \frac{(x-l)\sin I_0 + H\cos I_0}{(x-l)^2+H^2}\right]$$

b) *Formule spectrale*

Spectrul de frecvență :

$$S_{Z_z}(\omega) = -4\pi\Delta I\,(e^{-h\omega} - e^{-H\omega})\sin(l\omega)\sin I_0 + j\,4\pi\,\Delta I\,(e^{-h\omega} - e^{-H\omega})\sin(l\omega)\cos I_0$$

Spectrul de amplitudine :

$$A_{Z_z}(\omega) = 4\pi\,\Delta I\,(e^{-h\omega} - e^{-H\omega})\sin(l\omega)$$

Spectrul de fază simplă :

$$\varphi_{Z_z} = -\left(\frac{\pi}{2} - I_0\right)$$

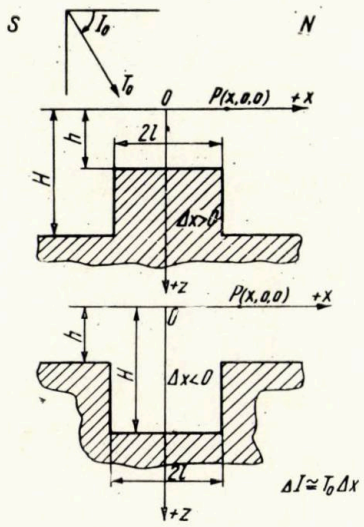


Fig. 3. Horstul şi grabenul.

Spectrul de putere :

$$P_{Z_z}(\omega) = 16\pi^2\,\Delta I^2\,(e^{-h\omega} - e^{-H\omega})^2\sin^2(l\omega).$$

Energia :

$$E_{Z_z} = 16\pi\,\Delta I^2\left\{\frac{l^2}{4H(l^2+H^2)} + \frac{l^2}{4h(l^2+h^2)} - \right.$$

$$\left. - \frac{4l^2}{(H+h)\,[4l^2+(H+h)^2]}\right\}$$

Funcţia de autocorelaţie :

$$C_{Z_z}(x) = 8\pi\Delta I^2\left\{\frac{2H}{4H^2+x^2} - H\,\{[4H^2+(2l-\right.$$

$$- x)^2]^{-1} + [4H^2+(2l+x)^2\}^{-1} + \frac{2h}{4h^2+x^2} -$$

$$- h\,\{[4h^2+(2l-x)^2]^{-1} + [4h^2+(2l+x)^2]^{-1}\} -$$

$$- \frac{2(H+h)}{(H+h)^2+x^2} + (H+h)\{[(H+h)^2+$$

$$\left. + (2l-x)^2]^{-1} + [(H+h)^2+(2l+x)^2]^{-1}\}\right\}$$

4. Modelul dom vertical semiinfinit (fig. 4)

a) *Formule analitice*

Derivata după verticală a componentei Z :

$$Z_z(x) = 2\Delta I\left[\frac{(x+l)\sin I_0 + h\cos I_0}{(x+l)^2+h^2} - \right.$$

$$\left. - \frac{(x-l)\sin I_0 + h\cos I_0}{(x-l)^2+h^2}\right]$$

b) *Formule spectrale*

Spectrul de frecvenţă :

$$S_{Z_z}(\omega) = 4\pi\Delta I e^{-h\omega}\cdot\sin(l\omega)\sin I_0 + j4\,\pi\Delta I e^{-h\omega}\cdot$$

$$\cdot\sin(l\omega)\cos I_0.$$

Spectrul de amplitudine :

$$A_{Z_z}(\omega) = 4\pi\Delta I e^{-h\omega}\sin(l\omega).$$

Spectrul de fază simplă :

$$\varphi_{Z_z} = \frac{\pi}{2} - I_0$$

Spectrul de putere :

$$P_{Z_z}(\omega) = 16\pi^2\,\Delta I^2 e^{-2h\omega}\sin^2(l\omega).$$

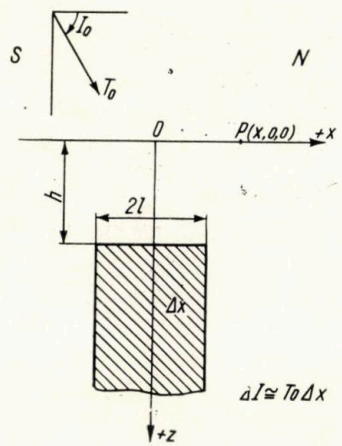


Fig. 4. Domul vertical semiinfinit.

Energia :

$$E_{Z_z} = 4\pi\,\Delta I^2\frac{l^2}{h(l^2+h^2)}$$

Funcţia de autocorelaţie :

$$C_{Z_z}(x) = 8\pi\Delta I^2\left\{\frac{2h}{4h^2+x^2} - h\{[4h^2+(2l-\right.$$

$$\left. - x)^2]^{-1} + [4h^2+(2l+x)^2]^{-1}\}\right.$$

5. **Modelele anticlinal și sinclinal (fig. 5)**

a) *Formule analitice*

Derivata după verticală a componentei Z:

$$Z_z(x)=2\Delta I\sin(\pm\theta)\left\{\sin(I_0\mp\theta)\left[\frac{H}{(x+2l)^2+H^2}-\right.\right.$$

$$\left.-\frac{H}{(x-2l)^2+H^2}\right]-\cos(I_0\mp\theta)\left[\frac{x+2l}{(x+2l)^2+H^2}-\right.$$

$$\left.\left.-\frac{x-2l}{(x-2l)^2+H^2}\right]+2\cos\theta\,\frac{x\cos I_0-h\sin I_0}{x^2+h^2}\right\}$$

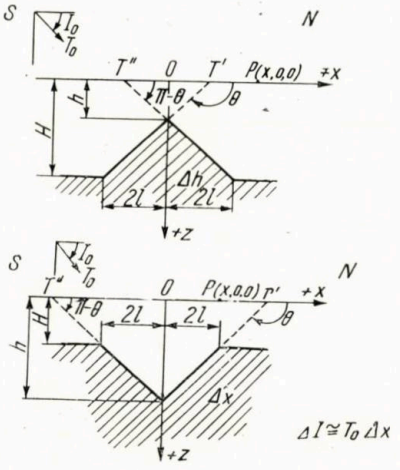


Fig. 5 Anticlinal și sinclinal.

b) *Formule spectrale*

Spectrul de frecvență:

$$S_{Z_z}(\omega)=4\pi\Delta I\sin(\pm\theta)\ [e^{-H\omega}\cos(2l\omega\pm\theta)-$$

$$-e^{-h\omega}\cos\theta]\sin I_0+$$

$$+j4\pi\Delta I\sin(\pm\theta)\ [e^{-H\omega}\cos(2l\omega\pm\theta)-$$

$$-e^{-h\omega}\cos\theta]\cos I_0$$

Spectrul de amplitudine:

$$A_{Z_z}(\omega)=4\pi\Delta I\sin\theta\ [e^{-H\omega}\cos(2l\omega\pm\theta)-$$

$$-e^{-h\omega}\cos\theta]$$

Spectrul de fază simplă:

$$\varphi_{Z_z}=\frac{\pi}{2}-I_0$$

Spectrul de putere:

$$P_{Z_z}(\omega)=16\pi^2\Delta I^2\sin^2\theta\ [e^{-H\omega}\cos(2l\omega\pm\theta)-$$

$$-e^{-h\omega}\cos\theta]^2$$

Energia:

$$E_{Z_z}=16\pi\Delta I^2\sin^2\theta\left[\frac{1}{2H}+2\cos^2\theta\,\frac{1}{2h}+\right.$$

$$+\frac{1}{2}\cdot\frac{H\cos2\theta}{H^2+4l^2}-4\frac{(H+h)\cos^2\theta}{(H+h)^2+4l^2}-$$

$$\left.-\frac{1}{2}\cdot\frac{2l\sin(\pm2\theta)}{H^2+4l^2}+4\frac{l\sin(\pm2\theta)}{(H+h)^2+4l^2}\right]$$

Funcția de autocorelație:

$$C_{Z_z}(x)=8\pi\Delta I^2\sin^2\theta\left\{\frac{2H}{4H^2+x^2}+\frac{2\cos^2\theta\cdot2h}{4h^2+x^2}+\right.$$

$$+H\cos2\theta\{[4H^2+(4l-x)^2]^{-1}+[4H^2+(4l+$$

$$+x^2]^{-1}\}-2(H+h)\cos^2\theta\{[(H+h)^2+$$

$$+(2l-x)^2]^{-1}+[(H+h)^2+(2l+x)^2]^{-1}-$$

$$-\frac{1}{2}\sin(\pm2\theta)\{(4l+x)[4H^2+(4l+x)^2]^{-1}+$$

$$+(4l-x)[4H^2+(4l-x)^2]^{-1}\}+$$

$$+\sin(\pm2\theta)\{(2l+x)[(H+h)^2+(2l+x)^2]^{-1}+$$

$$\left.+(2l-x)[(H+h)^2+(2l-x)^2]^{-1}\}\right\}.$$

Primul semn se referă la modelul anticlinal iar cel de-al doilea, la modelul sinclinal.

6. **Modelul placă orizontală bidimensională (fig. 6)**

a) *Formule analitice:*

Derivata după verticală a componentei Z:

$$Z_z(x)=$$

$$=2\Delta I\,\Delta h\left\{\frac{2h(x+a_1)\sin I_0-[(x+a_1)^2-h^2]\cos I_0}{[(x+a_1)^2+h^2]^2}-\right.$$

$$\left.-\frac{2h(x-a_1)\sin I_0-[(x-a_1)^2-h^2]\cos I_0}{[(x-a_1)^2+h^2]^2}\right\}$$

b) *Formule spectrale*

Spectrul de frecvență:

$$S_{Z_z}(\omega)=4\pi\Delta I\,\Delta h\omega e^{-h\omega}\sin(a_1\omega)\cdot\sin I_0+$$

$$+j4\pi\Delta I\Delta h\cdot\omega e^{-h\omega}\sin(a_1\omega)\cdot\cos I_0.$$

Spectrul de amplitudine:

$$A_{Z_z}(\omega)=4\pi\Delta I\cdot\Delta h.\omega e^{-l\omega}\sin(a_1\omega)$$

Spectrul de fază simplă.:

$$\varphi_{Z_z}=\frac{\pi}{2}-I_0$$

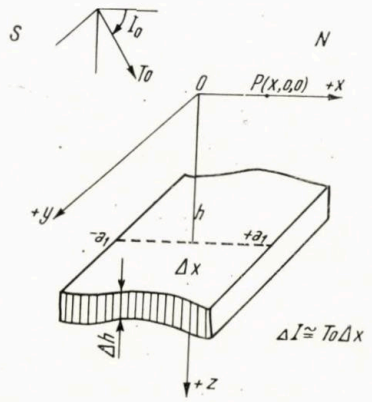


Fig. 6. Placa orizontală bidimensională.

Spectrul de putere:

$$P_{Z_z}(\omega)=16\pi^2\Delta I^2\Delta h^2\omega^2e^{-2h\omega}\sin^2(a_1\omega)$$

Energia :

$$E_{Z_z} = 2\pi\Delta I^2\Delta h^2\left[\frac{1}{h^3} + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{(a_1^2+h^2)^{3/2}} \cos 3 \text{ arc } \sin \frac{a_1}{(a_1^2 + h^2)^{1/2}}\right]$$

7. Modelul semiplacă orizontală bidimensională (fig. 7)

a) *Formule analitice*

Derivata după verticală a componentei Z :

$$Z_z(x) = 2\Delta I\Delta h\left[\frac{2hx \sin I_0 - (x^2 - h^2)\cos I_0}{(x^2 + h^2)^2}\right]$$

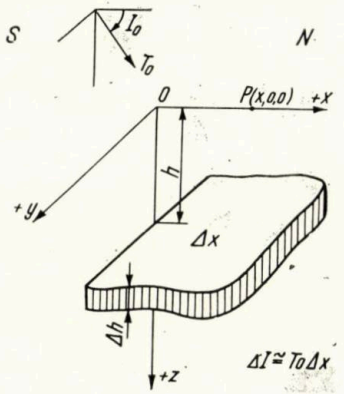


Fig. 7. Semiplaca orizontală bidimensională.

b) *Formule spectrale*

Spectrul de frecvenţă :

$$S_{Z_z}(\omega) = 4\pi\Delta I\,\Delta h\omega e^{-h\omega}\cos I_0 -$$

$$- j4\pi\Delta I\Delta h\omega e^{-h\omega}\sin I_0$$

Spectrul de amplitudine :

$$A_{Z_z}(\omega) = 4\pi\Delta I\Delta h\cdot\omega e^{-h\omega}$$

Spectrul de fază simplă :

$$\varphi_{Z_z} = -I_0$$

Spectrul de putere :

$$P_{Z_z}(\omega) = 16\pi^2\,\Delta I^2\,\Delta h^2\,\omega^2 e^{-2h\omega}$$

Energia :

$$E_{Z_z} = \pi\Delta I^2\,\Delta h^2\,\frac{1}{h^3}$$

Funcţia de autocorelaţie :

$$C_{Z_z}(x) = 8\pi\Delta I^2\,\Delta h^2\left(\frac{2h}{x^2+4h^2}\right)^3\left[1 - 3\left(\frac{x}{2h}\right)^2\right]$$

8. Modelul placă verticală bidimensională semiinfinită (fig. 8)

a) *Formule analitice*

Derivata după verticală a componentei Z :

$$Z_z(x) = 2\Delta I\cdot\Delta x\cdot\frac{(h^2 - x^2)\sin I_0 - 2hx\cos I_0}{(x^2 + h^2)^2}$$

b) *Formule spectrale*

Spectrul de frecvenţă :

$$S_{Z_z}(\omega) = 2\pi\Delta I\cdot\Delta x\omega e^{-h\omega}\sin I_0 + j2\pi\,\Delta I\cdot\Delta x\cdot$$

$$\cdot\omega e^{-h\omega}\cos I_0$$

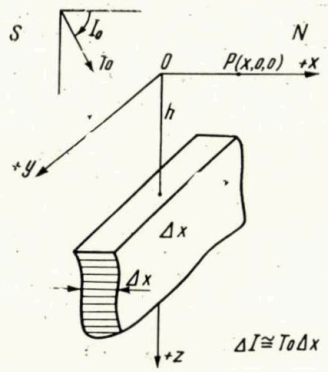


Fig. 8. Placa verticală bidimensională semiinfinită.

Spectrul de amplitudine :

$$A_{Z_z}(\omega) = 2\pi\Delta I\cdot\Delta x\cdot\omega e^{-2h\omega}.$$

Spectrul de fază simplă :

$$\varphi_{Z_z} = \frac{\pi}{2} - I_0$$

Spectrul de putere :

$$P_{Z_z}(\omega) = 4\pi^2\Delta I^2\cdot\Delta x^2\cdot\omega^2 e^{-2h\omega}$$

Energia :

$$E_{Z_z} = \pi\Delta I^2\Delta x^2\cdot\frac{1}{h^3}$$

Funcţia de autocorelaţie :

$$C_{Z_z}(x) = 8\pi\,\Delta I^2\,\Delta x^2\left(\frac{2h}{4h^2 + x^2}\right)^3\left[1 - 3\left(\frac{x}{2h}\right)^2\right]$$

9. Modelul placă verticală bidimensională finită (fig. 9)

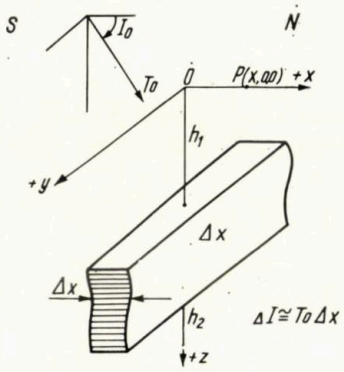


Fig. 9. Placa verticală bidimensională finită.

a) *Formule analitice*

$$Z_z(x) = 2\Delta I\Delta x\left[\frac{2h_2x\cos I_0 - (h_2^2 - x^2)\sin I_0}{(x^2 + h_2^2)^2} - \right.$$

$$\left. - \frac{2h_1x\cos I_0 - (h_1^2 - x^2)\sin I_0}{(x^2 + h_1^2)^2}\right]$$

b) *Formule spectrale*

Spectrul de frecvenţă :

$$S_{Z_z}(\omega) = 2\pi\,\Delta I\,\Delta x\omega\,(e^{-h_1\omega} - e^{-h_2\omega})\sin I_0 + \\ + j2\pi\,\Delta I\,\Delta x\omega\,(e^{-h_1\omega} - e^{-h_2\omega})\cos I_0$$

Spectrul de amplitudine :

$$A_{Z_z}(\omega) = 2\pi\,\Delta I\,\Delta x\cdot\omega\,(e^{-h_1\omega} - e^{-h_2\omega}).$$

Spectrul de fază simplă :

$$\varphi_{Z_z} = \frac{\pi}{2} - I_0$$

Spectrul de putere :

$$P_{Z_z}(\omega) = 4\pi^2\,\Delta I^2\,\Delta x^2\,\omega^2\,(e^{-h_1\omega} - e^{-h_2\omega})^2$$

Energia :

$$E_{Z_z} = 8\pi\Delta I^2\cdot\Delta x^2\left[\frac{1}{2h_1^3} + \frac{1}{2h_2^3} - 2\cdot\frac{1}{(h_1+h_2)^3}\right]$$

Funcţia de autocorelaţie :

$$C_{Z_z}(x) = 8\pi\,\Delta I^2\Delta x^2\left\{\left(\frac{2h_1}{4h_1^2+x^2}\right)^3\left[1-3\left(\frac{x}{2h_1}\right)^2\right] + \right.$$

$$+\left(\frac{2h_2}{4h_2^2+x^2}\right)^3\left[1-3\left(\frac{x}{2h_2}\right)^2\right] -$$

$$\left. -2\left[\frac{h_1+h_2}{(h_1+h_2)^2+x^2}\right]^3\left[1-3\left(\frac{x}{h_1+h_2}\right)^2\right]\right\}$$

10. Modelul pol magnetic unic (fig. 10)

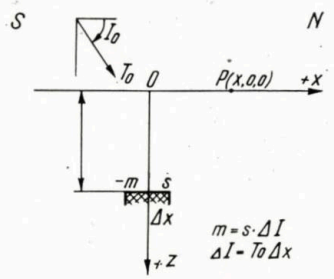


Fig. 10. Pol magnetic unic.

a) *Formule analitice*

Derivaat după verticală a componentei Z :

$$Z_z(x) = \frac{2h^2 - x^2}{(h^2+x^2)^{5/2}}\,m$$

b) *Formule spectrale*

Spectrul de frecvenţă :

$$S_{Z_z}(\omega) = m\left\{12\omega^2 K_2(h\omega) + \right.$$

$$\left. +\frac{1}{6h^2}\cdot\frac{d^2}{d\omega^2}\left[\omega^2 K_2(h\omega)\right]\right\}$$

Spectrul de amplitudine :

$$A_{Z_z}(\omega) = m\left\{12\omega^2 K_2(h\omega) + \frac{1}{6h^2}\cdot\frac{d^2}{d\omega^2}\left[\omega^2 K_2(h\omega)\right]\right\}$$

Spectrul de fază simplă :

$$\varphi_{Z_z} = 0\,;\,\pi$$

Spectrul de putere :

$$P_{Z_z}(\omega) = m^2\left\{12\,\omega^2 K_2(h\omega) + \right.$$

$$\left. +\frac{1}{6h^2}\cdot\frac{d^2}{d\omega^2}\left[\omega^2 K_2(h\omega)\right]\right\}^2$$

În aceste expresii m reprezintă masa magnetică (fictivă) plasată în polul magnetic, iar $K_2(h\omega)$ o funcţie Bessel modificată de speţa a doua şi de ordinul doi.

11. Modelul dublet vertical de poli magnetici (fig. 11)

a) *Formule analitice*

Derivata după verticală a componetei Z :

$$Z_z(x) = m\left[\frac{2h_1^2 - x^2}{(h_1^2+x^2)^{5/2}} - \frac{2h_2^2 - x^2}{(h_2^2+x^2)^{5/2}}\right]$$

b) *Formule spectrale*

Spectrul de frecvenţă :

$$S_{Z_z}(\omega) = m\left\{12\,\omega^2 K_2(h_1\omega) + \frac{1}{6h_1^2}\cdot\right.$$

$$\cdot\frac{d^2}{d\omega_2^2}\left[\omega^2 K_2(h_1\omega)\right] - 12\,\omega^2 K_2(h_2\omega) - \frac{1}{6h_2^2}\cdot$$

$$\left.\cdot\frac{d^2}{d\omega^2}\left[\omega^2 K_2(h_2\omega)\right]\right\}$$

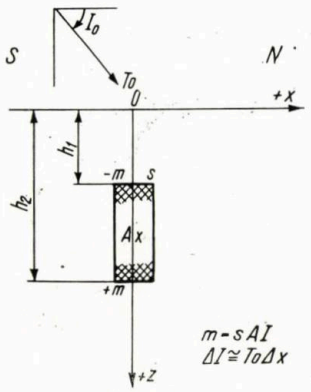


Fig. 11. Dipolul magnetic.

Spectrul de amplitudine :

$$A_{Z_z}(\omega) = m\left\{12\,\omega^2 k_2(h_1\omega) + \frac{1}{6h_1^2}\cdot\right.$$

$$\cdot\frac{d^2}{d\omega^2}\left[\omega^2 K_2(h_1\omega)\right] - 12\,\omega^2 K_2(h_2\omega) - \frac{1}{6h_2^2}\cdot$$

$$\left.\cdot\frac{d^2}{d\omega^2}\left[\omega^2 K_2(h_2\omega)\right]\right\}$$

Spectrul de fază simplă :

$$\varphi_{Z_z} = 0\,;\ \pi.$$

Spectrul de putere :

$$P_{Z_z}(\omega) = m^2\Big\{12\,\omega^2 K_2(h_1\omega) + \frac{1}{6h_1^2}\cdot$$

$$\cdot\frac{d^2}{d\omega^2}[\omega^2 K_2(h_1\omega)] - 12\,\omega^2 K_2(h_2\omega) - \frac{1}{6h_2^2}\cdot$$

$$\cdot\frac{d^2}{d\omega^2}[\omega^2 K_2(h_2\omega)]\Big\}^2$$

În aceste realaţii m şi $K_2(h_1\omega)$, respectiv $K_2(h_2\omega)$, au semnificaţia dată anterior.

12. **Modelul cilindru orizontal infinit extins (fig. 12)**

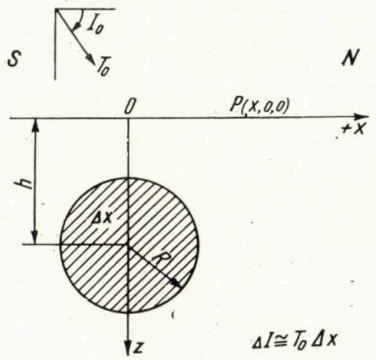


Fig. 12. Cilindru orizontal infinit extins.

a) *Formule analitice*

Derivata după verticală a componentei Z :

$$Z_z(x) = 4\pi R^2 \Delta I\left[\frac{x\cos I_0 - 3h\sin I_0}{x^2+h^2)^2} + \right.$$

$$\left. + 4h^2\frac{x\cos I_0 + h\sin I_0}{(x^2+h^2)^3}\right]$$

b) *Formule spectrale*

Spectrul de frecvenţă :

$$S_{Z_z}(\omega) = 2\pi^2 R^2 \Delta I\omega^2 e^{-h\omega}\sin I_0 +$$

$$+ j2\pi^2 R^2 \Delta I\omega^2\, e^{-h\omega}\cos I_0$$

Spectrul de amplitudine :

$$A_{Z_z}(\omega) = 2\pi^2 R^2 \Delta I\cdot\omega^2 e^{-h\omega}$$

Spectrul de fază simplă :

$$\varphi_{Z_z} = \frac{\pi}{2} - I_0$$

Spectrul de putere :

$$P_{Z_z}(\omega) = 4\pi^2 \Delta I^2 (\pi R^2)^2\,\omega^4 e^{-2h\omega}$$

Energia :

$$E_{Z_z} = 3\pi^3 R^4\,\Delta I^2\frac{1}{h^5}$$

Funcţia de autocorelaţie :

$$C_{Z_z}(x) = 96\pi^3 R^4 \Delta I^2\frac{1}{(4h^2+x^2)^{5/2}}\cos\left[5\ \mathrm{arctg}\left(\frac{x}{2h}\right)\right]$$

Concluzii

A fost prezentată o culegere de formule conţinînd o nouă mărime magnetică Z_z, specifică explorărilor magnetometrice şi aeromagnetice şi cele mai utilizate modele echivalente.

Se fac remarcate expresiile spectrale, care, prin structura lor simplă şi prin caracterul lor statistic, se deosebesc fundamental de expresiile analitice cu care s-a lucrat în interpretare pînă acum. Ne propunem ca într-un viitor studiu să prezentăm tehnicile de interpretare bazate pe cunoaşterea mărimilor analitice şi spectrale descrise anterior.

BIBLIOGRAFIE

1. Baranov, V. În: Geophysical Prospecting I, nr. 1, 1953.
2. Horton, C. C., Hempkins, W. B. şi Hoffman, A. I. A În: Geophysiscs, nr. 4, 1964.
3. Troskov, G. Primeniein presbazenii Furiera priresenii ebraţnoi problemî magnitnîh i gravimetriceskih razvedok. Prikladania geofiziks, Moskva, **30**, 1961.
4. Odegard, M. şi Berg, I., În: Geophysics, nr. 3, 1965.
5. Bhattacharyya, B. K, În: Geophysics, nr. 1, 1966.
6. Milcoveanu, D. În: St. Cerc. Geol. Geofiz. Geogr., seria Geofiz., **8**, nr. 2, p. 297, Bucureşti, 1971.
7. Milcoveanu, D. În: Zeitschrift für angewandte Geologie, **18**, Nr. 1, Berlin, 1972.

Dezvoltarea ideilor fundamentale despre procesul de deviere a sondelor

I. D. Dragoev

În mod obişnuit, forajul sondelor se execută vertical, numai în cazuri speciale se forează dirijat.

Importanţa problemei devierii sondelor a fost înţeleasă de foarte mult timp — încă de la începutul dezvoltării metodelor industriale de foraj modern. În trecut s-au întreprins multe cercetări în aproape toate ţările cu industrie petrolieră dezvoltată — U.R.S.S., S.U.A., România, Olanda, Germania, Franţa şi altele — menite să lămurească această problemă. Cercetările legate de problema devierii sondelor continuă. În articolul de faţă se propune o examinare succintă a dezvoltării ideilor şi conceptelor fundamentale despre procesul de deviere a sondelor cu scopul de a pune în evidenţă direcţiile pe care trebuie să le urmeze cercetările viitoare.

Primele studii au fost dedicate cercetării stabilităţii elastice a garniturii de foraj ca un factor care are o influenţă directă asupra devierii sondelor de la verticală. Aceste lucrări de cercetare au sesizat legătura dintre devierea sondelor şi stabilitatea elastică longitudinală a garniturii de foraj [1,3,7].

Studiul aprofundat al stabilităţii longitudinale a garniturii de foraj constituie conţinutul principal al celei de a doua etape a cercetărilor legate de problema devierii sondelor. Cele mai importante rezultate la care s-a ajuns în această direcţie sînt : 1) stabilirea influenţei presiunii hidrostatice a fluidului de foraj şi a presiunii laterale din interiorul garniturii de foraj asupra stabilităţii ei longitudinale, în special prin lucrările lui B i e z e n o şi R o c h [2], M. G e l l e r [5], A. K l i n k e n b e r g [10], N.S. P î r v u l e s c u [14]; 2) stabilirea influenţei greutăţii proprii a garniturii de foraj asupra stabilităţii formei sale drepte graţie în mod deosebit lucrărilor lui Fr. A. W i l l e r s [15] şi A. L u b i n s k i [11]. Numeroşi alţi cercetători, de asemenea, au adus contribuţii preţioase la studiul instabilităţii longitudinale a garniturii de foraj.

Rezultate remarcabile au obţinut A. L u b i n s k i şi H.B. W o o d s în studiul privind influenţa centrorilor asupra stabilităţii garniturii de foraj [12]. Recent T. H u a n g şi D. W. D a r e i n g au reuşit să cerceteze pe cale analitică, cu ajutorul calculatoarelor electronice, problema influenţei momentului de răsucire asupra formei de stabilitate elastice a garniturii de foraj [8].

La cele spuse pînă aici şi în lucrările citate, s-a avut în vedere, mai ales, condiţiile caracteristice forajului cu masă rotativă. Forajul cu turbină, avînd o caracteristică deosebită în ceea ce priveşte condiţiile de funcţionare a garniturii de foraj, necesită o examinare aparte. Încă de la apariţia forajului cu turbină autorii lui — P.P. Ş u m i l o v, R. A. I o a n n e s i a n şi alţii — subliniază ca un avantaj deosebit constă în îmbunătăţirea substanţială a stabilităţii garniturii de foraj datorită presiunii de lucru a turboburului care o solicită la întindere. Din această afirmaţie, nedemonstrată matematic, R.A. I o a n n e s i a n trage mai departe concluzia că la forajul cu turbină se creează condiţii sigure pentru obţinerea de sonde practic verticale, autorul negînd necesitatea întrebuinţării prăjinilor grele deasupra turboburului pentru mărirea stabilităţii longitudinale a garniturii de foraj [9]. Dar observaţiile practice, în general, şi rezultatele unor cercetări comparative de şantier, au arătat neîndoielnic că tendinţa de deviere „naturală" a sondelor de la verticală este mai mare la forajul cu turbină, în comparaţie cu forajul cu masă efectuat în condiţii geologice identice [6]. Această concluzie practică şi-a găsit confirmarea teoretică, întrucît analizînd condiţiile de funcţionare a garniturii de foraj la forajul cu turbină, s-a stabilit că efectul presiunii laterale interioare a fluidului de foraj în mişcare duce la pierderea mai rapidă a stabilităţii garniturii de foraj, în comparaţie cu forajul cu masă rotativă [4].

Deşi studiul stabilităţii longitudinale a garniturii de foraj a ajuns la un nivel avansat, problema n-a fost complet elucidată deoarece n-a fost studiată încă acţiunea complexă a tuturor sarcinilor principale asupra garniturii de foraj. Este interesant a se studia analitic influenţa formei secţiunii transversale şi a profilului geometric şi mecanic (prezenţa racordurilor speciale ş.a.) al garniturii de foraj asupra stabilităţii ei. De asemenea, apare foarte important în momentul de faţă de a continua eforturile pentru adîncirea studiului instabilităţii în condiţii dinamice a garniturii de foraj.

Totuşi stadiul actual de cercetare a problemei stabilităţii garniturii de foraj s-a dovedit destul

de înaintat. Pe baza studiilor efectuate pînă în prezent s-au stabilit mijloacele pentru combaterea eficientă a devierii sondelor : prăjini grele, prăjini grele supradimensionate, stabilizatori, prăjini grele pătrate şi altele, binecunoscute

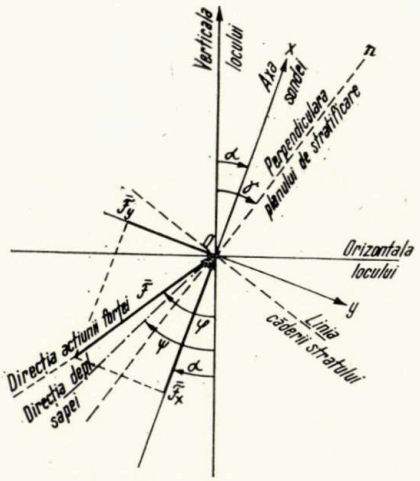


Fig. 1.

în literatura de specialitate şi în practica de şantier. Experienţa a dovedit însă că nici unul din aceste mijloace tehnice nu este nici universal aplicabil şi nici pe deplin eficient. Faţă de stadiul înaintat în care se găseşte studiul stabilităţii garniturii de foraj, acest rezultat al practicii ar putea însemna că procesul de deviere a sondelor mai are şi alte laturi esenţiale, care nu au fost considerate, dar care nicidecum nu pot fi neglijate într-un studiu mai adecvat al procesului considerat. În acest sens, un impuls puternic în cercetarea problemei devierii sondelor l-au adus Z u l i n s k i şi W o o d s [13] care, concomitent cu studiul stabilităţii longitudinale a garniturii de foraj, definesc analitic şi cantitativ unele proprietăţi ale rocilor şi ale stratelor care influenţează asupra forajului sondei. Rolul anizotropiei rocilor, poziţia stratelor s.a. în procesul de deviere a sondelor erau cunoscute anterior, meritul autorilor constă însă, în faptul că au reuşit să exprime procesul matematic. Ideea a permis autorilor să dezvolte concepţia despre *stările de echilibru* ale sapei, respectiv ale găurii de sondă, şi pe această cale, în cele din urmă, să ajungă la stabilirea unei relaţii între sarcinile care acţionează asupra garniturii de foraj (reacţiunea tălpii şi a peretelui sondei), caracteristicile ei geometrice şi mecanice (diametrul prăjinilor, diametrul găurii de sondă, momentul de inerţie a secţiunii transversale a prăjinilor, modulul de elasticitate a materialului prăjinilor, greutatea pe metru liniar a prăjinilor în fluidul de foraj), proprietăţile rocilor şi ale stratelor (indicele de anizotropie a rocilor, unghiul de înclinare a stratelor) şi parametrii geometrici, caracterizînd devierea găurii de sondă la o adîncime dată (unghiul de deviere de la verticală). Această legătură funcţională a fost transpusă ulterior în nomograme şi propusă de autori ca un mijloc ajutător în soluţionarea problemelor legate cu devierea sondelor [16].

A. L u b i n s k i şi H. B. W o o d s consideră ca obiect de studiu principal o poziţie înclinată cu unghiul α de la verticală a unui element rectiliniu al găurii de sondă din apropierea tălpii şi cercetează condiţiile de echilibru al acestei poziţii luînd în considerare : componenta F_x a forţei pe sapă, în direcţia axei sondei, componenta F_y a forţei pe sapă, în direcţia perpendiculară pe axa sondei, indicele de anizotropie a rocii h şi unghiul de înclinare a stratelor γ (fig. 1).

Mai departe, ei consideră că deplasarea instantanee a sapei pe cele două direcţii caracteristice ale rocii, cea paralelă şi cea perpendiculară pe direcţia ei de stratificaţie — este proporţională cu forţa care acţionează asupra sapei în aceeaşi direcţie, depinzînd de anizotropia rocii, adică :

$$\begin{aligned} (\text{depl. inst.})_n &= k \cdot F_n \\ (\text{depl. inst})_t &= k \cdot (1 - h)\, F_t \end{aligned} \qquad (1)$$

În relaţiile de mai sus indicii „n" şi „t" se referă respectiv la direcţia perpendiculară şi paralelă pe direcţia de stratificaţie a rocii, iar k este un coeficient de proporţionalitate. Aceste relaţii servesc şi la definirea indicelui de anizotropie h al rocii ca un coeficient numeric, care exprimă diferenţa în forabilitatea rocii pe cele două direcţii caracteristice ale ei. Pentru roci izotrope, evident $h = 0$, iar pentru roci puternic anizotrope $h \longrightarrow 1$. În aceste condiţii, direcţia deplasării instantanee a sapei în sistemul de coordonate Ont se va determina din relaţia :

$$\operatorname{tg}(\psi - \gamma) = (1 - h)\frac{F_t}{F_n} \qquad (2)$$

considerînd că deplasarea este conţinută în planul vertical trecînd prin linia de cădere a stratului. Exprimînd acum în această relaţie componentele forţei F de pe sapă pe direcţiile On şi Ot prin componentele ei pe axele Ox şi Oy şi folosind relaţia :

$$F_y = F_x \operatorname{tg}(\varphi - \alpha) \qquad (3)$$

exprimînd deplasarea sapei în sistemul Oxy, pentru direcţia de avansare a sapei se va obţine expresia

$$\operatorname{tg}(\psi - \alpha) =$$

$$= \frac{\operatorname{tg}(\varphi-\alpha)[1-h\cos^2(\gamma-\alpha)]+h\sin(\gamma-\alpha)\cos(\gamma-\alpha)}{h\operatorname{tg}(\varphi-\alpha)\sin(\gamma-\alpha)\cos(\gamma-\alpha)+1-h\sin^2(\gamma-\alpha)} \qquad (4)$$

La echilibru, $\psi - \alpha = 0$, adică :

$$\frac{\sin\alpha - \operatorname{tg}(\alpha - \varphi)}{\sin\alpha} =$$

$$= 1 - \frac{\sin 2(\gamma - \alpha)}{2\left[\frac{1}{h} - \cos^2(\gamma - \alpha)\right]\sin\alpha} \qquad (5)$$

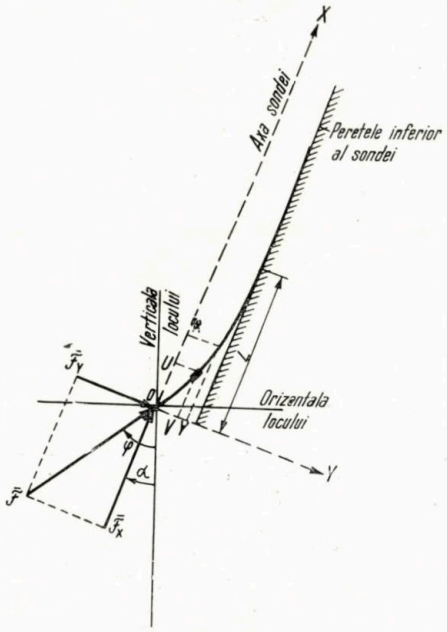


Fig. 2.

În ultima ecuație, necunoscutele sînt α și φ, iar γ și h se consideră ca parametri. Este necesar să se stabilească încă o relație între α și φ la care se ajunge examinînd mecanica garniturii de foraj în același interval rectiliniu al găurii de sondă, înclinat la unghiul α de la verticală (fig. 2).

Cu notațiile din figura 2, presupunînd că garnitura de foraj se rotește în jurul axei sale geometrice și că planul de deformație al garniturii de foraj coincide cu planul de deviere a sondei, luînd în considerare în calculul de deformație numai acțiunea apăsării pe sapă și greutatea proprie a garniturii (în fluidul de foraj), și admițînd presupunerile obișnuite despre deformația de încovoiere a barelor, ecuația diferențială a axei elastic deformate a garniturii de foraj se poate scrie, în forma ei dată de S z e g o în lucrarea [13] :

$$EI\frac{d^2Y}{dX^2} = F_y X - F_x Y + \int_0^X [(Y - V)\, q\cos\alpha + (X - U)\, q\sin\alpha]\, dU \qquad (6)$$

Condițiile la limită a acestei probleme sînt :

$$X = O : Y = O,\ Y'' = O; \qquad (7)$$
$$X = L : Y = R,\ Y' = O,\ Y'' = O.$$

În (6) și (7) sînt introduse notațiile :

E — modulul lui Young, pentru materialul prăjinilor ;

I — momentul de inerție ecuatorial al secțiunii transversale a prăjinilor ;

q — greutatea pe un metru liniar a garniturii (în fluidul de foraj) ;

L — distanța de la sapă la punctul de contact al garniturii încovoiate cu peretele sondei ;

R — raza sondei (considerată egală cu raza sapei).

Efectuînd schimbările de variabile (în scopul de a obține mărimi adimensionale) :

$$\begin{cases} m = (EIq^{-1})^{1/3};\ x = m^{-1}X,\ y = m^{-1}Y;\ \xi = m^{-1}U; \\ \eta = m^{-1}V,\ l = m_L^{-1},\ r = m^{-1}R; \\ \dfrac{dy}{dx} = \dfrac{dY}{dX},\ \dfrac{d^2y}{dx^2} = \dfrac{d^2Y}{dX^2};\ f_x = (mq)^{-1}F_x, \\ f_y = (m\cdot q)^{-1}F_y, \end{cases} \qquad (8)$$

atunci (6) și (7) capătă forma :

$$\frac{d^2y}{dx^2} = f_y\cdot x - f_x\cdot y + \int_0^x [(y - \eta)\cos\alpha + (x - \xi)\sin\alpha]\, \mathrm{d}\,\xi; \qquad (9)$$

$$x = o : y = o,\ y'' = o; \qquad (10)$$
$$x = l : y = r,\ y' = o,\ y'' = o$$

Alegînd ca funcție de aproximare :

$$y = r\left(\frac{x}{l} + \frac{1}{\pi}\sin\frac{\pi x}{l}\right),$$

și introducînd această expresie în (9), punînd apoi condițiile la limită (10) și luînd în considerație relația (3), se obține :

$$\frac{r}{\sin\alpha} = \frac{l}{\frac{24}{l^3} - \frac{24}{\pi^2}\frac{f_x}{l} + \cos\alpha\left(\frac{28}{\pi^2} - \frac{144}{\pi^4} - 1\right)}; \qquad (12)$$

$$\frac{\sin\alpha - \operatorname{tg}(\alpha - \varphi)}{\sin\alpha} = \frac{r}{\sin\alpha}\left[\frac{1}{l} - \frac{\cos\alpha}{f_x}\left(\frac{1}{2} - \frac{2}{\pi^2}\right)\right] + 1 - \frac{1}{2f_x}\cos\alpha \qquad (13)$$

Ecuațiile (5), (12) și (13) constituie un sistem cu 3 funcții necunoscute, depinzînd de 4 parametri : r, f_x, γ, h. Tocmai soluția acestui sistem este reprezentată prin nomogramă de către L u b i n s k i și W o o d s [16].

Particularitatea cea mai relevantă și esențială a acestui mod de tratare a problemei, expus aici foarte sumar, constă în aceea de a uni într-un tot organic — o teorie analitică unitară — deformabilitatea și instabilitatea

garniturii de foraj cu unii factori geologici caracteristici pentru problema studiată. S-a realizat în felul acesta o modelare adecvată şi cuprinzătoare a procesului de deviere a sondelor faţă de toate teoriile existente

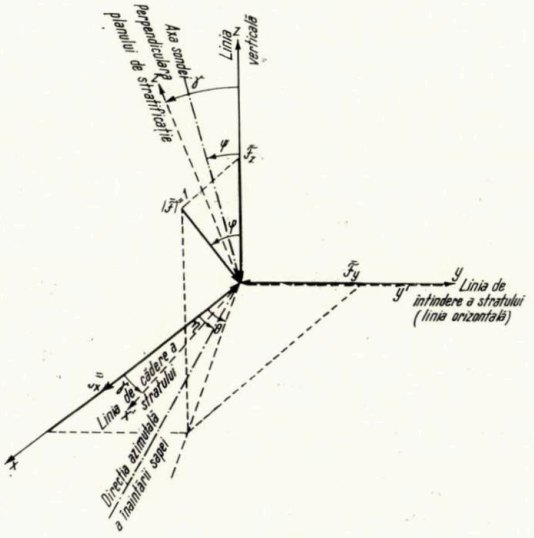


Fig. 3.

pînă atunci. De fapt, pentru prima oară avem de-a face cu o teorie a procesului de deviere a sondelor, cu definirea noţiunilor ei fundamentale şi deducţiile logico-matematice ce decurg din ele. Fecunditatea acestui mod de tratare a problemei, ca şi aparatul matematic care a fost stabilit, au făcut să se creadă că prin lucrările lui Lubinski şi Woods cercetarea dependenţei unghiului de deviere a sondelor de la verticală a căpătat forma sa finală (definitivă). Rămînea numai să se cerceteze cantitativ devierea azimutală a sondelor. Acest fel de a gîndi este potae cel mai bine relevat de T. P Bernhard în lucrarea [13],

Bernhard arată că noţiunea de indice de anizotropie a rocii este suficientă pentru a explica de ce sapa, de obicei, nu poate să ajungă la o stare de echilibru în afara planului vertical, perpendicular pe planul de stratificaţie a stratului şi care cuprinde linia lui de cădere. Se consideră, în scopul acesta, că asupra sapei acţionează forţa $F = 1$ şi folosind notaţiile din figura 3 pentru proiecţiile forţei pe axele O'_x, O'_y, O'_z se va putea scrie :

$$F_{x'} = \sin\varphi\cos\theta\cos\gamma - \cos\varphi\sin\gamma$$

$$F_{y'} = \sin\varphi\sin\theta \qquad (14)$$

$$F_{z'} = \sin\varphi\cos\theta\sin\gamma + \cos\varphi\cos\gamma$$

Aplicînd condiţia [1], componentele deplasării instantanee în sistemul $Ox'\ y'\ z'$, se pot scrie :

$$(\text{depl. inst.})_{x'} = k\,(1-h)\,F_{x'}$$

$$(\text{depl. inst.})_{y'} = k\,(1-h)\,F_{y'} \qquad (15)$$

$$(\text{depl. inst.})_{z'} = k\cdot F_{z'},$$

iar în sistemul $Oxyz$ — respectiv :

$$(\text{depl. inst.})_x = k[\sin\varphi\cos\theta -$$

$$-\,h\cos\gamma\,(\sin\varphi\cos\theta\cos\gamma - \cos\varphi\sin\gamma)]$$

$$(\text{depl. inst.})_y = k\,(1-h)\sin\varphi\sin\theta \qquad (16)$$

$$(\text{depl. inst.})_z = k\,[\cos\varphi +$$

$$+\,h\sin\gamma\,(\sin\varphi\cos\theta\cos\gamma - \cos\varphi\sin\gamma)$$

Azimutul devierii sondei se va determina din relaţia

$$\operatorname{tg}\eta = \frac{(1-h)\sin\varphi\sin\theta}{\sin\varphi\cos\theta - h\cos\gamma(\sin\varphi\cos\theta\cos\gamma - \cos\varphi\sin\gamma)} \qquad (17)$$

La echilibru, $\eta = \theta$ şi din (17) rezultă :

$$h\cos\varphi\cos\gamma\sin\gamma\sin\theta\left(\operatorname{tg}\varphi\operatorname{tg}\gamma + \frac{1}{\cos\theta}\right) = 0 \qquad (18)$$

Soluţiile acestei ecuaţii în θ (care interesează în mod deosebit aici) sînt :

$$\theta = 0 \qquad (19)$$

adică devierea pe căderea stratului ;

$$\theta = \pi \qquad (20)$$

adică devierea pe urcarea stratului ;

$$\cos\theta\ \operatorname{tg}\varphi\operatorname{tg}\gamma + 1 = 0 \qquad (21)$$

Ultima relaţie are sens fizic numai dacă :

$$(\gamma + \varphi) \leqslant 90^\circ \qquad (22)$$

De aceea, observă Bernhard, se poate trage concluzia că „oricare ar fi unghiul de deviere a sondei de la verticală şi indiferent de natura rocii, sapa poate ajunge la o stare de echilibru la devierea sondei pe unghiul stratului, numai dacă nu există o dependenţă între unghiul de înclinare a stratului, unghiul de deviere a sondei de la verticală, apăsarea pe sapă şi azimutul devierii sondei. O astfel de dependenţă se poate păstra numai în cazuri excepţionale, cînd stratele sînt aşezate aproape vertical sau cînd unghiul de deviere a sondei este foarte mare. Dar în practică sînt cunoscute cazuri cînd gaura de sondă deviază lateral faţă de linia căderii stratului. Pentru explicarea acestei devieri este necesar să se ia în consideraţie nu numai indicele de anizotropie, ci şi influenţa rotirii sapei, forţele de frecare şi alţi factori. S-a redat acest citat

destul de lung pentru a ne convinge că B e r n h a r d nu trage cea mai importantă concluzie care rezultă din consideraţiile menţionate; noţiunea de indice de anizotropie deschide perspectiva de a se putea lua în considerare azimutul de deviere a sondei, tocmai pe baza ecuaţiei (21) care se poate rezolva în raport cu θ :

$$\cos\theta = -\frac{1}{\operatorname{tg}\varphi \operatorname{tg}\gamma}, \quad (\varphi + \gamma) \leqslant 90^\circ \qquad (23)$$

El nu observă că de fapt a făcut un pas important înainte faţă de L u b i n s k i şi W o o d s, care n-au reuşit să cuprindă în consideraţiile lor azimutul devierii sondei. El n-a încercat mai departe să calculeze şi unghiul de deviere a sondei de la verticală, deşi acest lucru este posibil pe baza relaţiilor (16), scrise de el.

Dacă se fac aceste calcule se ajunge la un rezultat extraordinar, şi anume : la echilibru trebuie să avem :

$$\alpha = \varphi \qquad (24)$$

Acest rezultat, contrar aşteptărilor noastre nu fără temei, nu seamănă de loc cu formula (5) — avem în faţă o neconcordanţă totală între cele două rezultate, care au la baza lor aceleaşi relaţii (1). Dacă se examinează mai atent procedeul de calcul la stabilirea relaţiei (5), se observă că ea reprezintă *rezultatul direct al presupunerii că planul de deviere al sondei este perpendicular pe planul de stratificaţie al stratului, trecînd prin linia lui de cădere*, pe cînd la stabilirea formulei (24) o astfel de limitare, evident foarte artificială, nu este făcută. S-a stabilit în felul acesta un neajuns important al teoriei lui L u b i n s k i şi W o o d s , care îşi are în fond izvorul în *felul arbitrar în care este introdusă noţiunea de indice de anizotropie a rocii* conform cu relaţiile (1). Ar fi greşit totuşi să se creadă că folosind relaţiile (23) şi (24) în locul relaţiei (5) s-ar putea descrie satisfăcător toate cazurile de deviere a sondelor întîlnite în practică, care în general sînt mai complicate decît cele reprezentate de formulele (23) şi (24). S-a văzut o ieşire din acest impas pe calea generalizării şi fixării conţinutului exact al noţiunilor fundamentale într-o teorie la un nivel mai abstract, folosind teoria matematică a transformărilor liniare şi calculul tensorial. În acelaşi timp s-a reuşit să se includă în consideraţiuni cantitative şi o astfel de latură importantă a procesului de foraj cum este capacitatea diferită a sapei de a distruge roca după direcţia paralelă şi cea perpendiculară pe axa sa. Expunerea acestei teorii se va face într-o lucrare următoare.

BIBLIOGRAFIE

1. B a z g a n , I. Role et poids nécessaire du ,,drill collar'' pendant le forage, II-e Congrés Mondial de Petrole Paris, iun. 1937.
2. B i e z e n o , C. B. şi R o c h , I. I. Note on the buckling of a vertically submerged tube, Appl. Sci. Res. vol. A_1, Mededeeling van de Groep Mechanica der Afd. Werkt en Scheepsbow kunde der T. H. nr. 193, 1947.
3. D i n n i k , A. N. Pricina iskrivlenia burovîh scvajin pri vraşciatelnom burenii. Gornîi jurnal, nr. 10, 1925.
4. D r a g o e v , I. D. Cauzele devierii sondelor şi măsuri pentru combaterea ei. Proiect de diplomă, IPGG, Bucureşti, 1961 (nepublicat).
5. G e l l e r , M. Contribution au calcul des tensions produites dans un corp immèrge. Application au cas des sondes de forages pétroliers. Extrait du Genie Civil du 11 mai, 1940.
6. G r i g o r e v , V. N. şi S i d o r o v , N. A. Borba s iskrivleniem stvolov skvajin v turbinnom burenii, Gostoptechizdat, Moskva, 1957.
7. H a w k i n s , M. F. şi L a m o n t , N. The analysis of axial stresses in drill stems, A P I, Drilling and Production Practice, 1949.
8. H u a n g , T. şi D a r e i n g , D. W. [P r e d i c t i n g the stability of long vertical pipe transmitting torque in a viscous medium Trans. ASME, Ser. B. nr. 2, 1966.
9. I o a n n e s i a n , R. A. Osnovî teorii i tehniki turbinnovo bureniia. Gostoptehizdat. Moskva-Leningrad, 1953.
10. K l i n k e n b e r g , A. The neutral zone in drill pipe and casing and their significance in relation to buckling and collapse. A P I Drilling and Pr Pr., 1951.
11. L u b i n s k i , A. A study of the buckling of rotary drill strings A P I Drilling and Pr. Pr. 1950.
12. L u b i n s k i , A., W o o d s , H. B. Use of stabilizers in controlling hole deviation. Drilling and Pr. Pr. 1955.
13. L u b i n s k i , A., W o o d s , H. B. Factors affecting the angle of inclination and dog-legging in rotary bore holes. A P I Drilling and Pr. Pr., 1953.
14. P î r v u l e s c u , N. S. Petrol şi gaze, nt. 2,1951.
15. W i l l e r s , Fr. A. Das Kricken schwerer Gestänge, ZAMM, Bd. 21 nr. 1, 1941.
16. W o o d s , H. B. L u b i n s k i , A. Practical charts for solving problems in hole deviation. API Drilling and Pr., 1954.

Măsurarea temperaturii de fund la sondele cu injecţie ciclică de abur

M. Metsch

Cazanele folosite pentru injecţia ciclică de abur în stratul petrolifer generează de obicei un abur saturat 80%, adică o emulsie compusă din 80% vapori de apă şi 20% apă lichidă, motivul pentru care apa nu este complet vaporizată în cazane fiind necesitatea de a elimina, împreună cu cei 20% apă, şi părţile minerale din ea, pentru a nu înfunda cazanele cu piatră.

În formaţiune, aburul injectat pierde căldură, şi astfel proporţia apei lichide în abur creşte. Deoarece însă este necesar ca în strat să ajungă cît mai multă energie termică, debitul de injecţie trebuie să fie suficient de mare, pentru ca proporţia apei lichide în abur să nu crească prea mult; în nici un caz nu trebuie să ajungă în strat numai apa lichidă.

Consideraţii privind variaţia temperaturii în gaura sondei cu injecţia de abur

În calculele privind parametrii şi condiţiile injecţiei ciclice de abur se admite ca temperatura aburului injectat, cînd este un abur saturat, este constantă pe toată lungimea găurii de sondă şi egală cu temperatura pe care o are aburul de injecţie saturat la gura sondei. În realitate însă presiunea în gaura sondei creşte cu adîncimea, datorită greutăţii specifice a aburului, care, la rîndul ei, creşte şi ea, din cauza măririi cu adîncimea a proporţiei apei lichide în abur, mărire provocată de pierderile de căldură ale aburului în mediile înconjurătoare. Deoarece însă la o presiune mai mare şi temperatura aburului saturat trebuie să fie mai mare, are loc un fenomen în aparenţă paradoxal, şi anume cu toate pierderile de căldură de-a lungul găurii de sondă, temperatura aburului creşte cu adîncimea sondei.

Determinarea profilului de temperatură în gaura unei sonde în care se injectează abur este deci utilă din mai multe puncte de vedere:

— pentru a stabili dacă aburul injectat mai conţine vapori de apă, respectiv dacă nu tot aburul s-a transformat în apă şi pentru a estima proporţia vaporilor de apă în abur;

— pentru a verifica rezultatele calculelor parametrilor injecţiei ciclice de abur, avînd în vedere faptul că aceste calcule sînt aproximative, una dintre cauze fiind faptul că se admit valori constante, respectiv valori medii pentru unele mărimi, cum este conductivitatea termică, pe toată adîncimea sondelor, deşi proprietăţile fizice ale rocilor traversate variază de multe ori între limite largi.

Aceste măsurători de temperatură de fund trebuie completate cu măsurători de presiune de fund, făcute în paralel, avînd în vedere faptul că între temperatura şi presiunea aburului saturat există o relaţie univocă.

Pentru a putea aprecia ordinul de mărime al variaţiei temperaturii de fund în cursul injecţiei de abur, s-a presupus că, într-o primă aproximaţie, greutatea specifică a aburului ar creşte liniar cu adîncimea (fig. 1). În acest caz sînt valabile relaţiile:

$$dp = \frac{\gamma x}{10\,000}\,dx = \frac{\gamma_1 + \frac{\gamma_2 - \gamma_1}{H}\,x}{10\,000}\,dx \qquad \text{iar}$$

$$p_x = p_1 + \int_0^x \frac{\gamma_1}{10\,000}\,dx + \int_0^x \frac{\gamma_2 - \gamma_1}{10\,000 H}\,x\,dx \qquad (1)$$

$$p_x = p_1 + \frac{\gamma_1}{10\,000}\,x + \frac{\gamma_2 - \gamma_1}{10\,000 H}\,\frac{x^2}{2} \qquad (2)$$

$$p_2 = p_1 + \frac{\gamma_1}{10\,000}\,H + \frac{\gamma_2 - \gamma_1}{10\,000 H}\,\frac{H^2}{2} \qquad (3)$$

în care p_1, p_x, p_2 sînt presiunile la gura sondei, la adîncimea x, la talpa sondei, kgf/cm²;
H — adîncimea totală a sondei, m.

La rîndul ei, greutatea specifică a aburului γ este funcţie de componenţa lui (vapori de apă, apă lichidă):

$$\gamma = \frac{1}{c''\,v'' + c'\,v'}. \qquad (4)$$

în care: v'', v' sînt volumele specifice ale vaporilor de apă, respectiv ale apei lichide, m³/kgf;
c'', c' — fracţiile ponderale în aburul saturat ale vaporilor de apă, respectiv ale apei lichide.

Cu ajutorul ecuaţiilor (3) şi (4) s-au calculat presiunile la talpa unei sonde p_2 cu injecţie de abur pentru diverse valori ale adîncimii totale H a presiunii la gura sondei p_1 şi a componenţei aburului c'', respectiv c', iar pentru fiecare valoare de p_2 s-au extras, din tabelele de abur

saturat, temperaturile corespunzătoare, dacă aburul injectat are la gura sondei componenţa

$$c'' = 0{,}80\,;\ c' = 0{,}20$$

TABELA 1

Nr. crt.	Componenţa aburului		Cazul I H = 600 m; p_1 = 60kgf/cm²; v'' = 0,03312 m³/kgf; v' = 0,00131 m³/kgf; t_1 = 247,3°C			Cazul II H = 200 m; p_1 = 20 kgf/cm²; v'' = 0,1016 m³/kgf, v' = 0,00117m³/kgf t_1 = 211,4°C		
	c''	c'	γ_2	p_2	t_2	γ_2	p_2	t_2
1	0,80	0,20	37,7	62,3	276,7	12,3	20,2	211,9
2	0,50	0,50	58,2	62,9	277,4	19,4	20,3	212,1
3	0,20	0,80	130,5	65,1	279,1	47,2	20,6	212,8
4	0,10	0,90	222,6	67,8	282,4	89,3	21,1	216,5
5	0,00	1,00	762,0	83,9	335,0	852,0	28,8	230,4

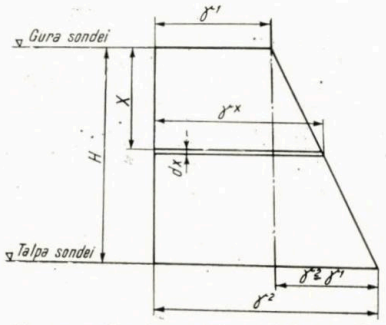


Fig. 1. Variaţia cu adîncimea a greutăţii specifice a aburului injectat.

În tabela 1 sînt prezentate rezultatele de calcul pentru două cazuri : I şi II.

	Cazul I	Cazul II
Adîncimea totală a sondei, H, m	600	200
Presiunea aburului la gura sondei p_1, kgf/cm²	60	20
Temperatura aburului la gura sondei, t_1, °C	274,3	211,4
Volumul specific la presiunea p_1 al vaporilor de apă saturaţi, v'', m³/kgf	0,03312	0,1016
Volumul specific la temperatura t_1, al apei lichide, v', m³/kgf	0,00131	0,00117
Greutatea specifică a aburului la gura sondei, γ_1, kgf/m³	37,7	12,3

Se menţionează că în ecuaţia (4), folosită pentru calculul greutăţii specifice a aburului, valorile lui v'' şi v' s-au admis constante, deşi ele variază cu presiunea ; eroarea făcută nu este prea mare faţă de eventuala eroare care provine din presupunerea că greutatea specifică a aburului variază liniar cu adîncimea. Nu s-a ţinut seamă nici de pierderile de presiune datorate frecării fluidului care curge prin garnitura de tubing, deşi aceste pierderi modifică oarecum rezultatele, fără însă a le schimba caracterul calitativ.

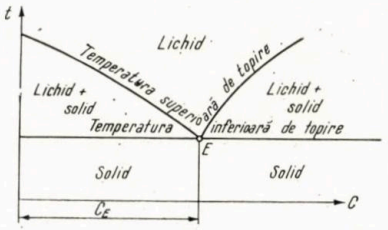


Fig. 2. Temperaturile de topire a aliajelor în funcţie de concentraţia unuia dintre componenţi, c. E — punctul eutectic ; c_E — concentraţia aliajului eutectic.

Aşa cum se vede din tabela 1, variaţiile de presiune şi de temperatură în gaura sondei de injecţie pot fi destul de mari, valorile respective fiind în funcţie de calitatea aburului.

Metode de măsurat temperatura de fund a sondelor în cazul injecţiei ciclice de abur

1. *Termometrul înregistrator de fund este aparatul* cel mai potrivit pentru măsurarea temperaturilor de fund, respectiv pentru determinarea profilelor de temperatură de fund a sondelor. Termometrul trebuie să fie adaptat pentru funcţionarea la temperaturi ridicate, pînă la circa 310°C (corespunzătoare la presiunea aburului de circa 100 at) şi chiar la temperaturi mai mari, astfel ca dilatările termice mari ale părţilor termometrului să nu deranjeze funcţionarea normală a mecanismelor acestui aparat.

2. *Aliaje din metale uşor fuzibile*

Se folosesc aliaje în care intră de obicei două pînă la trei din metalele Ag, Bi, Cd, In, Pb, Sb, Sn, Zn, în astfel de proporţii încît să formeze aliaje eutectice, care se caracterizează prin aceea că temperatura lor de topire are o singură valoare fixă, în vreme ce aliajele obişnuite încep să se topească la o temperatură care creşte pe măsură ce procesul de topire progresează, pînă ce s-a topit toată masa de aliaj (fig. 2).

Temperatura de topire a acestor aliaje uşor fuzibile variază în funcţie de natura şi de proporţia componenţilor, între circa 47 şi 300°C.

S-au preparat aliaje eutectice uşor fuzibile de forma unor vergele de 12 mm diametru, avînd temperaturile de topire cuprinse între 46,7 şi 290°C, care au fost utilizate în felul descris mai jos.

Într-o piesă din oţel *I*, avînd secţiunea dreptunghiulară de 40 × 10,5 mm, s-au executat 13 găuri de 13 mm diametru (fig. 3), în care s-au fixat 13 eşantioane de aliaj uşor fuzibile, de forma arătată în figura 4. Fixarea eşantioanelor

în piesa din oțel s-a făcut cu ajutorul unor sîrme de cupru *3*, de circa 2 mm diametru, care au fost îndoite în forma unor inele în jurul rilelor aplicate pe eșantioanele de aliaj *2*. Capătul

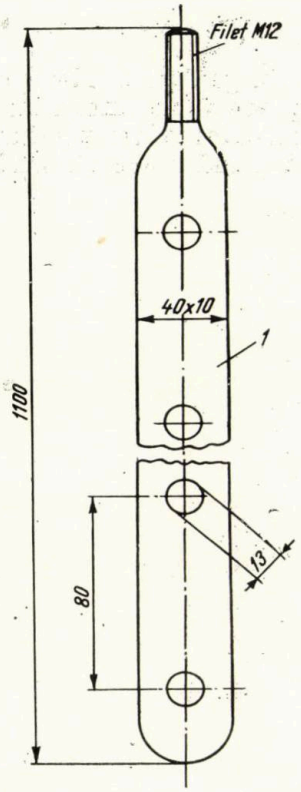


Fig. 3. Piesa *1* pe care se fixează eșantioanele de aliaj ușor fuzibil.

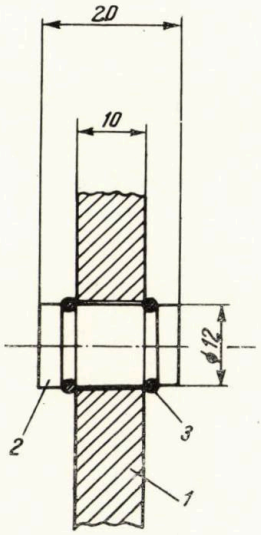


Fig. 4. Fixarea eșantioanelor de aliaj *2*, în piesa *1*, cu ajutorul sîrmelor de cupru *3*.

superior al piesei 1 are un cep filetat M12, care se înșurubează în piesa *4* (fig. 5), ce se fixează la capătul inferior al garniturii de tubing între cepul ultimei bucăți de tubing 3 1/2 in, prin care se injectează aburul, și cepul protectorului *5*, confecționat dintr-un stuț de tubing 3 1/12 in (fig. 6).

Dispozitivul cu aliaje ușor fuzibile se introduce în gaura sondei cu tubingul prin care se face injecția de abur. Cînd se injectează aburul, se topesc acele eșantioane de aliaj a căror temperatură de topire este sub temperatura aburului injectat la capătul inferior al tubingului. După extragerea tubingului văzînd ultimul eșantion care s-a topit și primul eșantion care a rămas solid, se poate constata între care temperaturi a fost temperatura maximă a aburului injectat în strat.

Deci metoda aliajelor ușor fuzibile este o metodă aproximativă de stabilire a temperaturii aburului injectat în strat, pentru a verifica dacă la intrarea în strat aburul nu s-a transformat total în apă.

Dispozitivul cu aliaje fuzibile poate fi introdus în gaura de sondă și cu ajutorul unei sîrme de oțel de circa 1,9 m diametru, printr-un lubricator montat la gura sondei. Introducerea trebuie făcută înainte de începerea injecției de abur, iar extragerea se va face la un anumit timp după oprirea injecției, cînd se constată că nu mai iese abur din gura sondei.

3. Creioane Thermochrom

Industria mondială prepară substanțe care la o anumită temperatură își schimbă culoarea pe care o au la temperatura ambiantă. Astfel întreprinderea A.W. Faber, Castell, Stein bei Niirnberg (Republica Federală a Germaniei) pune la dispoziția industriei truse cu cîte 18 vergele din diferite substanțe, sub forma unor creioane denumite Thermochrom, fiecare creion schimbîndu-și culoarea la o anumită tempera-

Fig. 5. Piesa *4*, înaltă de 26 mm, în care se înșurubează piesa *1*.

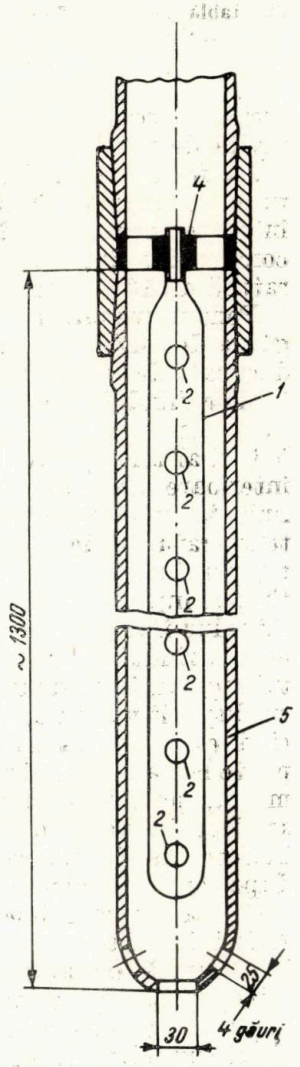


Fig. 6. Protector *5*, din tubing $3^1/_2$ in, în care se introduce piesa *1*, cu eșantioanele de aliaj.

tură indicată de fabricant; aceste temperaturi sînt cuprinse între 65 și 670°C. Temperatura unui corp cald se stabilește trăgînd cu un creion o linie pe suprafața corpului, observînd dacă

în 1 — 2 s are loc un viraj al culorii ; dacă acesta nu se produce, trebuie trasă o linie cu un creion care-şi schimbă culoarea la o temperatură inferioară ; dacă virajul se produce instantaneu (într-un timp mai scurt de 1 s), se va lua un

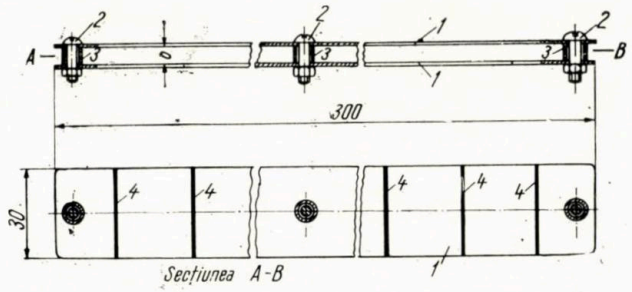


Fig. 7. Dispozitiv pentru creioane Thermochrom : *1* — plăci din tablă de oţel ; *2* — şuruburi pentru legarea plăcilor ; *3* — ţevi de distanţare a plăcilor ; *4* — linii trase cu creioanele Thermochrom.

creion corespunzător cu o temperatură mai înaltă de viraj.

La fel ca la aliajele uşor fuzibile, temperatura se stabileşte cu aproximaţie, deoarece între temperaturile de viraj a două creioane consecutive din trusă sînt intervale de temperatură de 10°C şi mai mari.

Pentru măsurarea temperaturii de fund în gaura de sondă se prepară două plăci din tablă decapată de oţel 1, groase de circa 1 mm (fig. 7), tablele fiind fixate la distanţe de circa 6 mm între ele cu ajutorul unor şuruburi 2, cu filet M3, şi al unor ţevuţe de distanţare 3. Pe feţele interioare ale tablelor sînt trase un număr de linii 4, cu diferite creioane Thermochrom, cu temperaturile de viraj deasupra şi dedesubtul temperaturii presupuse a fi la talpa sondei în timpul injecţiei. Ansamblul de două table este introdus într-o teacă (fig. 8) din tubing 1,66 in, care la rîndul ei este fixată la capătul inferior al tubingului, între două cepuri de tubing, similar cu dispozitivul cu aliajele uşor fuzibile (fig. 6), cînd este lansată cu garnitura de tubing. Se poate lansa şi cu o sîrmă de oţel de 1,9 mm diametru, printr-un lubricator montat la gura sondei ; în acest caz lansarea trebuie făcută înainte de începerea injecţiei, iar extragerea după oprirea injecţiei de abur, cînd se constată că nu mai iese abur din gaura sondei. Avînd în vedere faptul că această teacă este înconjurată de abur fierbinte pe tot timpul injecţiei, care poate dura pînă la 10 zile şi chiar mai mult, este necesar ca atît suprafaţa tablelor cît şi suprafaţa interioară a tecii să fie în prealabil curăţite şi uscate perfect, iar dopurile d închidere a tecii să asigure o etanşeitate perfectă ; altfel se alterează liniile trase cu creioanele, neputîndu-se distinge virajul culorilor.

Concluzii

Deoarece temperatura în găurile sondelor cu injecţia ciclică de abur poate varia uneori între limite destul de largi, măsurarea temperaturii şi în paralel a presiunii de fund a acestor sonde

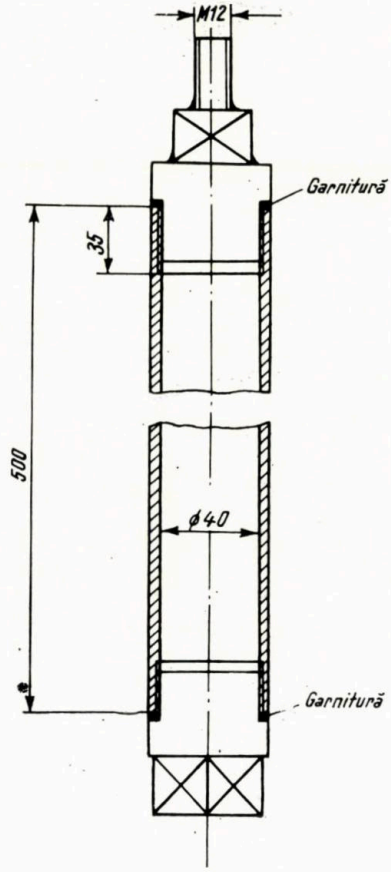


Fig. 8. Teacă pentru introdus dispozitivul pentru creioane Thermochrom.

este utilă, atît pentru urmărirea procesului de injecţie cît şi pentru adîncirea studiului fenomenlor ce se ivesc la injecţia ciclică de abur.

Din metodele pentru măsurat temperatura de fund a sondelor cu injecţie de abur, metoda cu termometrul înregistrator este pe departe cea mai bună, cu condiţia ca termometrul să fie adaptat ca să funcţioneze normal la temperaturi pînă la circa 310°C.

Interferența sondelor extractive de gaze

I. Crețu

Cîmpurile de viteze generate de un grup de sonde extractive de gaze, existent într-un zăcămînt, se interferează. Acest fenomen se face simțit, ca și în cazul sondelor extractive de petrol [1], prin existența unei valori a debitului fiecărei sonde simultan productive în grup mai mici decît valoarea debitului corespunzător acelei sonde, singură productivă din zăcămînt, la aceeași presiune diferențială.

Dacă zăcămîntul în exploatare întrunește condițiile mișcării plane în sens generalizat, iar mișcarea este guvernată de legea lui Darcy, se poate dovedi că această mișcare a gazelor este potențială.

Într-adevăr, conform legii lui Darcy, componentele vitezei gazului în mișcarea plană sînt date de formulele :

$$v_x = -\frac{k}{\mu}\frac{\partial p}{\partial x}, \qquad (1)$$

$$v_y = -\frac{k}{\mu}\frac{\partial p}{\partial y},$$

care pentru mediu poros omogen, în care variația viscozității gazului (cu presiunea) este neglijabilă, se reduc la relațiile :

$$v_x = \frac{\partial \varphi}{\partial x}, \qquad (2)$$

$$v_y = \frac{\partial \varphi}{\partial y}.$$

ce definesc mișcarea potențială al cărei potențial de viteze este :

$$\varphi = -\frac{k}{\mu}p. \qquad (3)$$

În cele ce urmează se prezintă un mod de studiere a fenomenului de interferență a sondelor situate în zăcăminte gazeifere cu contur de alimentare circular sau liniar sau cu contur liniar impermeabil.

A. GRUP DE SONDE ÎN ZĂCĂMÎNT CU CONTUR DE ALIMENTARE CIRCULAR

a. *Mișcarea staționară*

Fie n, sonde extractive situate într-un zăcămînt gazeifer mărginit de o frontieră de alimentare cilindrică circulară. Admițînd că sondele produc la presiune constantă, mișcarea gazului în mediul poros este staționară, cu excepția unei anumite perioade, și anume, după punerea sondelor în producție.

Pentru mișcarea staționară a gazului, ecuația de continuitate are forma :

$$\frac{\partial(\rho v_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v_y)}{\partial y} = 0. \qquad (4)$$

Această ecuație este satisfăcută de funcția $\psi\ (x, y)$, care îndeplinește condițiile :

$$v_x = \frac{\rho_0}{\rho}\frac{\partial \psi}{\partial y}, \qquad (5)$$

$$v_y = -\frac{\rho_0}{\rho}\frac{\partial \psi}{\partial x}.$$

Funcția $\psi(x, y)$ definește familia liniilor de curent și, împreună cu funcția $\varphi(x, y)$, de care este legată prin condițiile Cauchy-Riemann, obținute din relațiile (2) și (5) sub forma :

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{\rho_0}{\rho}\frac{\partial \psi}{\partial y}, \qquad (6)$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial y} = -\frac{\rho_0}{\rho}\frac{\partial \psi}{\partial x},$$

formează potențialul complex al mișcării, astfel :

$$f(z) = \varphi^2 - i\frac{2kp_0}{\mu}\psi, \qquad (7)$$

în care $z = x + iy$, $i = \sqrt{-1}$

La obținerea relației (7) s-a admis că mișcarea gazului în zăcămînt este izotermă și decurge conform legii de stare a gazelor perfecte :

$$\frac{p}{\rho} = \frac{p_0}{\rho_0}. \qquad (8)$$

O sursă punctiformă plană care emite gaz în mediu poros în condiții staționare și este situată în originea sistemului de axe are potențialul complex de forma :

$$f(z) = -\frac{kQp_0}{\pi\mu}\ln z + f_0. \qquad (9)$$

Asimilînd sondele cu distribuții liniare de surse punctiforme plane negative și introducînd sursele-imagine pozitive față de conturul de alimentare, se realizează extinderea mișcării în

întregul domeniu de înălțime egală cu grosimea stratului h.

Potențialul complex al mișcării plane, obținut prin însumarea potențialelor surselor negative și pozitive, are expresia :

$$f(z) = -\frac{kp_0}{\pi\mu h}\sum_{j=1}^{n} Q_j \ln\frac{z - z_j^*}{z - z_j} + f_0, \quad (10)$$

în care z este afixa punctul curent (față de originea sistemului de axe Oxy considerată în centrul zăcămîntului), z_j — afixa sursei corespunzătoare sondei j, z_j^* — afixa imaginii sursei j, Q_j — debitul sondei j.

Notînd cu r, θ — coordonatele polare ale punctului curent și cu r_j, θ_j — coordonatele polare ale centrului sondei j, se pot scrie expresiile :

$$\begin{aligned} z &= r(\cos\theta + i\sin\theta);\\ z_j &= r_j(\cos\theta_j + i\sin\theta_j);\\ z_j^* &= \frac{r_c^2}{r_j}(\cos\theta_j + i\sin\theta_j). \end{aligned} \quad (11)$$

care introduse în relația (10) permit separarea părții reale a funcției $f(z)$ sub forma :

$$\varphi^2 = -\frac{k\,p_0}{2\,\pi\mu h}\sum_{j=1}^{n} Q_j \ln\frac{(r\cos\theta - r_j^{-1}r_c^2\cos\theta_j)^2 + (r\sin\theta - r_j^{-1}r_c^2\sin\theta_j)^2}{(r\cos\theta - r_j\cos\theta_j)^2 + (r\sin\theta - r_j\sin\theta_j)^2} + \varphi_0^2, \quad (12)$$

în care r_c este raza conturului de alimentare, iar φ_0—potențialul de viteze în centrul zăcămîntului.

Prin eliminarea funcției φ între relațiile (3) și (12) și prin dezvoltarea și regruparea unor termeni ai relației (12) se obține egalitatea :

$$p^2 = -\frac{\mu\,p_0}{2\,\pi kh}\sum_{j=1}^{n} Q_j \ln\frac{r_c^2 r_j^{-2}\,[r_c^2 - 2rr_j\cos(\theta - \theta_j) + r_j^2 r^2 r_c^{-2}]}{r^2 - 2rr_j\cos(\theta - \theta_j) + r_j^2} + C. \quad (13)$$

Constanta C are, conform condiției la limită $p = p_c$ la $r = r_c$, expresia :

$$C = p_c^2 + \frac{\mu p_0}{2\,\pi kh}\sum_{j=1}^{n} Q_j \ln\frac{r_c^2}{r_j^2}$$

și relația (13) îmbracă forma

$$p^2 = p_c^2 - \frac{\mu p_0}{2\,\pi kh}\sum_{j=1}^{n} Q_j \ln\frac{r_c^2 - 2rr_j\cos(\theta - \theta_j) + r^2 r_j^2 r_c^{-2}}{r^2 - 2rr_j\cos(\theta - \theta_j) + r_j^2} \quad (14)$$

care exprimă distribuția presiunii în zăcămînt.

Impunînd punctului curent apartenența, pe rînd, la frontiera fiecărei sonde, din relația (14) se obține următorul sistem de ecuații algebrice :

$$p_{sj}^2 = p_c^2 - \frac{\mu p_0}{2\,\pi kh}\left[Q_j \ln\frac{(r_c - r_j^2 r_c^{-1}}{r_{sj}} + \sum_{\substack{i=j\\ i\neq j}}^{n} Q_i \ln\frac{r_c^2 - 2r_j r_i\cos(\theta_j - \theta_i) + r_j^2 r_i^2 r_c^{-2}}{r_j^2 - 2r_j r_i\cos(\theta_j - \theta_i) + r_i^2}\right], \quad (j = 1,2,\ldots,n), \quad (15)$$

în care, pentru presiunile sondelor p_{sj} date, debitele sondelor sînt necunoscute.

Dacă $p_{s1} = p_{s2} = \ldots = p_{sn} = p_s$ și $r_{s1} = r_{s2} = \ldots = r_{sn} = r_s$, sistemul (15) devine

$$2\,Q_j \ln\frac{r_c^2 - r_j^2}{r_c\,r_s} + \sum_{\substack{i=1\\ i\neq j}}^{n} Q_i \ln\frac{r_c^2 - 2r_j r_i\cos(\theta_j - \theta_i) + r_j^2 r_i^2 r_c^{-2}}{r_j^2 - 2r_j r_i\cos(\theta_j - \theta_i) + r_i^2} = \frac{2\pi\,kh\,(p_c^2 - p_s^2)}{\mu p_0}, \quad (j = 1, 2, \ldots, n). \quad (16)$$

Pentru $n = 1$ ($j = 1$, $i = 0$), sistemul (16) se reduce la o singură ecuație, din care rezultă formula debitului :

$$Q = \frac{\pi kh\,(p_c^2 - p_s^2)}{\mu p_0 \ln\dfrac{r_c^2 - r_1^2}{r_c\,r_s}}, \quad (17)$$

în care r_1 reprezintă excentricitatea sondei.

Dacă sonda este centrală ($r_1 = 0$), relația (17) devine :

$$Q = \frac{\pi kh\,(p_c^2 - p_s^2)}{\mu p_0 \ln\dfrac{r_c}{r_s}} \quad (18)$$

și constituie binecunoscuta formulă a debitului sondei la mișcarea radial plană staționară a gazului prin mediu poros [2].

Pentru $n = 2$, sistemul (16) conține două ecuații și are soluția :

$$Q_1 = \frac{2\pi kh(p_c^2 - p_s^2)\ln\left[\left(\dfrac{r_c^2 - r_2^2}{r_c\,r_s}\right)^2 \dfrac{r_1^2 - 2r_1 r_2\cos\alpha + r_2^2}{r_c^2 - 2r_1 r_2\cos\alpha + r_1^2 r_2^2 r_c^{-2}}\right]}{\mu\,p_0\,D},$$

$$Q_2 = \frac{2\pi kh(p^2 - p_s^2)\ln\left[\left(\dfrac{r_c^2 - r_1^2}{r_c\,r_s}\right)^2 \dfrac{r_1^2 - 2r_1 r_2\cos\alpha + r_2^2}{r_c^2 - 2r_1 r_2\cos\alpha + r_1^2 r_2^2 r_c^{-2}}\right]}{\mu\,p_0\,D}, \quad (19)$$

în care :

$$D = 4\ln\frac{r_c^2 - r_1^2}{r_c\, r_s}\ln\frac{r_c^2 - r_2^2}{r_c\, r_s} -$$

$$\left[\ln\frac{r_c^2 - 2r_1r_2\cos\alpha + r_1^2r_2^2r_c^{-2}}{r_1^2 - 2r_1r_2\cos\alpha + r_2^2}\right]^2 \text{ și } \alpha = \theta_1 - \theta_2. \quad (20)$$

Coeficienții de interferență au expresiile :

$$I_1 = \frac{Q_1}{Q_{01}} =$$

$$= \frac{\ln\left(\frac{r_c^2 - r_1^2}{r_c\, r_s}\right)^2 \ln\left[\left(\frac{r_c^2 - r_2^2}{r_c\, r_s}\right)^2 \frac{r_1^2 - 2r_1r_2\cos\alpha + r_2^2}{r_c^2 - 2r_1r_2\cos\alpha + r_1^2r_2^2r_c^{-2}}\right]}{D} \quad (21)$$

$$I_2 = \frac{Q_2}{Q_{02}} =$$

$$= \frac{\ln\left(\frac{r_c^2 - r_2^2}{r_c\, r_s}\right)^2 \ln\left[\left(\frac{r_c^2 - r_2^2}{r_c\, r_s}\right)^2 \frac{r_1^2 - 2r_1r_2\cos\alpha + r_2^2}{r_c^2 - 2r_1r_2\cos\alpha + r_1^2r_2^2r_c^{-2}}\right]}{D}$$

unde Q_{01} și Q_{02} reprezintă debitele sondelor aflate cîte una în producție la aceeași presiune diferențială.

Se poate constata că pentru sondele extractive de gaze în condiții staționare, expresiile coeficienților de interferență și ecranare, definiți sub forma :

$$I_j = \frac{Q_j}{Q_{0j}},$$

$$E_j = \frac{I_j}{I_i}, \quad (22)$$

$$E_j^* = \frac{Q_j}{Q_i},$$

$(i \neq j\,;\ i = 1, 2 \ldots\ldots n\,;\ j = 1, 2, \ldots\ldots, n)$,

sînt identice cu cele corespunzătoare sondelor extractive de lichid incompresibil.

Ca urmare, studiul și concluziile privind interferența sondelor extractive de lichid incompresibil, prezentate în lucrarea [1], se transpun întocmai în cadrul problemei de față și nu este cazul să fie reluate în acest articol.

b. *Mișcarea nestaționară*

Ne vom ocupa, în continuare, de interferența sondelor în perioada mișcării nestaționare, corespunzătoare trecerii gazelor din starea de repaus în starea de mișcare staționară.

Relațiile (1), scrise sub forma (2), definesc cîmpul vitezelor atît în mișcarea staționară, cît și în mișcarea nestaționară a gazelor în medii poroase, ceea ce arată că aceasta din urmă este de asemenea mișcare potențială.

Ecuația de continuitate în cazul mișcării nestaționare are forma :

$$\frac{\partial(\rho\, v_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho\, v_y)}{\partial y} = -\, m\frac{\partial\rho}{\partial t}, \quad (23)$$

în care compresibilitatea mediului poros s-a neglijat.

Eliminînd componentele vitezei, masa specifică și presiunea între relațiile (1), (3), (8) și (23) rezultă ecuația :

$$\frac{\partial^2\varphi^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\varphi^2}{\partial_y} = -\,2\,m\frac{\partial\varphi}{\partial t}. \quad (24)$$

Pentru sursa punctiformă plană (situată în origine) care absoarbe gaz din mediul poros la debit masic constant, în condiții nestaționare, ecuația (24) liniarizată, admite soluția :

$$\varphi^2 = \varphi_i^2 + \frac{Qp_0k}{2\pi\mu h}E_i\left[-\frac{m(x^2 + y^2)}{4\,\varphi_i t}\right], \quad (25)$$

în care φ_i este potențialul de viteze corespunzător presiunii inițiale, iar

$$E_i(-X) = -\int_X^\infty \frac{e^{-w}}{w}\,dw$$

este funcția exponențială integrală, ale cărei valori pentru diferite mărimi ale argumentului sînt prezentate sub formă de tabelă în lucrarea [3].

Asimilînd sondele cu distribuții liniare de surse negative și introducînd imaginile pozitive ale acestora față de conturul circular de alimentare, potențialul de viteze al mișcării generată de grupul celor n sonde se exprimă prin relația :

$$\varphi^2 = \varphi_0^2 + \frac{p_0k}{2\,\pi\mu h}\sum_{j=1}^{n} Q_j\left[E_i\left(\frac{m|z - z_j^*|^2}{4\,\varphi_c t}\right) - E_i\left(\frac{m|z - z_j|^2}{4\,\varphi_c t}\right)\right], \quad (26)$$

în care φ_0^2, în baza condiției la limită ($\varphi = \varphi_c$ la $r = r_c$), are expresia

$$\varphi_0^2 = \varphi_c^2 + \frac{p_0k}{2\pi\mu h}\sum_{j=1}^{n} Q_j\left[E_i\left(\frac{mr_c^2(r_c - r_j)^2}{4\,\varphi_c t r_j^2}\right) - E_i\left(\frac{(r_c - r_j)^2}{4\,\varphi_c t}\right)\right]. \quad (27)$$

Substituind în formula (26) mărimile definite de relaţiile (3), (11), şi (27), se obţine distribuţia de presiune sub forma :

$$p^2 = p_c^2 - \frac{p_0\mu}{2\pi kh}\sum_{j=1}^{n} Q_j\left[E_i\left(-\right.\right.$$

$$\left.-\frac{m\mu r_c^2 r_j^2(r_c^2 - 2rr_j\cos(\theta-\theta_j) + r^2 r_j^2 r_c^{-2})}{4kp_c t}\right) -$$

$$-E_i\left(-\frac{m\mu(r^2 - 2rr_j\cos(\theta-\theta_j) + r_j^2}{4kp_c t)}\right) -$$

$$\left.-E_i\left(-\frac{m\mu r_c^2(r_c - r_j)^2}{4kr_j^2 p_c t)}\right) + E_i\left(-\frac{m\mu(r_c - r_j)^2}{4kp_c t}\right)\right]. \tag{28}$$

Atribuind punctului curent apartenenţa la frontiera fiecărei sonde şi admiţînd $r_{s1} = r_{s2} = \ldots$ $\ldots r_{sn} = r_s$, relaţia (28) duce la următorul sistem de ecuaţii algebrice :

$$p_{sl}^2 = p_c^2 - \frac{p_0\mu}{2\pi kh}\left\{Q_l\left[E_i\left(-\frac{m\mu r_c^2(r_c^2 - 2r_l^2 + r_l^4 r_c^{-2}}{4kr_l^2 p_c t}\right)\right.\right.$$

$$-E_i\left(-\frac{m\mu r_s^2}{4kp_c t}\right) - E_i\left(-\frac{m\mu r_c^2(r_c - r_l)^2}{4kr_l^2 p_c t)}\right) +$$

$$\left.+E_i\left(-\frac{m\mu(r_c - r_l)^2}{4kp_c t}\right)\right] + \sum_{\substack{j=1\\ j\neq l}}^{n} Q_j\left[E_i\left(-\right.\right.$$

$$\left.-\frac{m\mu r_c^2(r_c^2 - 2r_l r_j\cos(\theta_l - \theta_j) + r_l^2 r_j^2 r_c^{-2})}{4kr_j^2 p_c t}\right) -$$

$$-E_i\left(-\frac{m\mu(r_l^2 - 2r_l r_j\cos(\theta_l - \theta_j) + r_j^2)}{4kp_c t)}\right) -$$

$$\left.\left.-E_i\left(-\frac{m\mu r_c^2(r_c - r_j)^2}{4kr_j^2 p_c t}\right) + E_i\left(\frac{m\mu(r_c - r_j)^2}{4kp_c t}\right)\right]\right\},$$

$$(l = 1, 2, \ldots\ldots n) \tag{29}$$

Pentru $n = 1$ $(l = 1,\ j = 0)$ din sistemul (29) se obţine formula debitului sondei excentrice :

$$Q = \frac{2\pi kh(p_c^2 - p_s^2)}{\mu p_0 D_0}, \tag{30}$$

unde :

$$D_0 = E_i\left(-\frac{m\mu r_c^2(r_c - r_1^2 r_c^{-1})^2}{4kr_1^2 p_c t}\right) - E_i\left(-\frac{m\mu r_s^2}{4kp_c t}\right) -$$

$$-E_i\left(-\frac{m\mu r_c^2(r_c - r_1)^2}{4kr_1^2 p_c t}\right) + E_i\left(-\frac{m\mu(r_c - r_1)^2}{4kp_c t}\right), \tag{31}$$

Această formulă, pentru $r_1 = 0$ devine :

$$Q = \frac{2\pi kh(p_c^2 - p_s^2)}{\mu p_0\left[-E_i\left(-\frac{m\mu r_s^2}{4kp_c t}\right) + E_i\left(-\frac{m\mu r_c^2}{4kp_c t}\right)\right]}. \tag{32}$$

În cazul zăcămîntului de întindere infinită $(r_c = \infty,\ p_c = p_i)$, relaţia (32) capătă forma :

$$Q = \frac{2\pi kh(p_i^2 - p_s^2)}{\mu p_0\left[-E_i\left(-\frac{m\mu r_s^2}{4kp_c t}\right)\right]}. \tag{33}$$

Formula (32) devine identică cu relaţia (18) atunci cînd funcţia $E_i\left(-\frac{m\mu r_j^2}{4kp_c t}\right)$, $(j = s,\ c)$, se poate aproxima prin primii doi termeni ai dezvoltării ei în serie, adică :

$$-E_i\left(-\frac{m\mu r_j^2}{4kp_c t}\right) = \ln\frac{kp_c t}{m\mu r_j^2} + 0{,}80907,\ (j = s,\ c). \tag{34}$$

Sistemul (29) este valabil pentru $0 \leqslant t < T$, unde T este durata mişcării nestaţionare.

Ca exemple vom studia interferenţa a două sonde şi a sondelor dintr-o reţea în cinci puncte.

Fie un zăcămînt de gaze definit prin următorii parametri : raza conturului de alimentare $r_c = 1$ km ; permeabilitatea $k = 1$ D ; porozitatea $m = 0{,}15$; presiunea pe conturul de alimentare $p_c = 100$ ata ; viscozitatea dinamică a gazelor $\mu = 0{,}012$ cP ; grosimea stratului $h = 10$ m.

Două sonde. Se consideră două sonde cu razele $r_s = 10$ cm şi cu centrele pe cercul de rază r_1.

Pentru $n = 2$ şi $r_1 = r_2$, sistemul (29) se reduce la două ecuaţii identice, din care se obţine :

$$Q_1 = Q_2 = \frac{2\pi kh(p_c^2 - p_s^2)}{\mu p_0 D}, \tag{35}$$

unde :

$$D = E_i\left(-\frac{m\mu r_c^2(r_c - r_1^2 r_c^{-1})^2}{4kr_1^2 p_c t}\right) - E_i\left(-\right.$$

$$\left.-\frac{m\mu r_c^2}{4kp_c t}\right) - 2E_i\left(-\frac{m\mu r_c^2(r_c - r_1)^2}{4kr_1^2 p_c t)}\right) + 2E_i\left(-\right.$$

$$-\frac{m\mu(r_c^2 - r_1^2)}{4kp_c t}\left.\right) + E_i\left(-\frac{m\mu r_c^2(r_c^2 - 2r_1^2\cos\alpha + r_1^4 r_c^{-2})}{4kr_1^2 p_c t}\right) -$$

$$-E_i\left(-\frac{2m\mu r_1^2(1 - \cos\alpha)}{4kp_c t}\right),$$

iar $$\alpha = \theta_1 - \theta_2. \tag{36}$$

Deoarece constanţa debitului sondei singură productivă nu se poate realiza cu păstrarea variaţiei presiunii corespunzătoare sondei productive în grup (la debit constant), vom defini coeficienţii de interferenţă relativ la diferenţa pătratelor presiunilor, cu menţinerea constantă a debitului. Procedînd astfel, pe baza relaţiilor (30) şi (35) rezultă :

$$I_1 = I_2 = \frac{p_c^2 - p_{s0}^2}{p_c^2 - p_s^2} = \frac{D_0}{D}, \tag{37}$$

TABELA 1

t, zile	10^2X_1	$10^{11}X_2$	10^3X_3	10^3X_4	10^2X_5	10^3X_6	$Ei(-X_1)$	$Ei(-X_2)$	$-2Ei(-X_3)$	$2Ei(-X_4)$	$Ei(-X_5)$	$\frac{-Ei}{(-X_6)}$	D	$\ln A$
80	1,466	6,51	6,5	1,63	4,07	6,48	— 3,660	22,85	8,938	— 11,79	— 2,67	4,469	18,14	18,26
60	1,955	8,68	8,7	2,18	5,43	8,68	— 3,378	22,55	8,354	— 11,12	— 2,375	4,177	18,21	
50	2,344	10,42	10,22	2,61	6,52	10,42	— 3,200	22,42	8,038	— 10,79	— 2,217	4,00	18,25	

în care p_{s0} este presiunea sondei singură productivă, iar mărimele D_0 și D sînt definite de relațiile (31) și (36).

Durata mișcării nestaționare se va determina ca valoarea timpului de exploatare rezultată din identificarea relațiilor debitului sondei corespunzătoare mișcării nestaționare, respectiv staționare.

Din sistemul (16), pentru condițiile prezentului caz, rezultă :

$$Q_1 = Q_2 = \frac{2\pi kh\,(p_c^2 - p_s^2)}{\mu p_0 \ln\left[\left(\frac{r_c^2 - r_1^2}{r_c\, r_s}\right)^2 \frac{r_c^2 - 2r_1^2\cos\alpha + r_1^4 r_c^{-2}}{2r_1^2\,(1 - \cos\alpha)}\right]} \tag{38}$$

Identificînd formulele (35) și (38) se obține relația :

$$D = \ln\left[\left(\frac{r_c^2 - r_1^2}{r_c\, r_s}\right)^2 \frac{r_c^2 - 2r_1^2\cos\alpha + r_1^4 r_c^{-2}}{2r_1^2\,(1 - \cos\alpha)}\right] = \ln A, \tag{39}$$

în care D are expresia (36).

Pentru $r_1 = 0{,}5$ km și $\alpha = \pi$, din rezolvarea prin încercări a ecuației (39), desfășurată în tabela 1, rezultă durata mișcării nestaționare $T = 50$ de zile.

În tabela 1 s-au folosit notațiile :

$$X_1 = \frac{m\mu r_c^2 (r_c - r_1^2 r_c^{-1})^2}{4k\, r_1^2\, p_c\, t}; \quad X_2 = \frac{m\mu r_s^2}{4kp_c t};$$

$$X_3 = \frac{m\mu r_c^2 (r_c - r_1)^2}{4k\, r_1^2\, p_c\, t}; \quad X_4 = \frac{m\mu (r_c - r_1)^2}{4kp_c t};$$

$$X_5 = \frac{m\mu r_c^2 (r_c + r_1^2 r_c^{-1})^2}{4k\, r_1^2\, p_c\, t}; \quad X_6 = \frac{m\mu r_1^2}{kp_c\, t},$$

iar pentru funcția exponențială s-a utilizat tabela valorilor acesteia, existentă în lucrarea [3]. Funcția $E_i(-X_2)$ s-a calculat cu relația (34).

Evoluția fenomenului de interferență dintre cele două sonde poate fi urmărită prin valorile coeficientului de interferență calculate cu relația (37) pentru intervalul $0 < t \leqslant T$ și prezentate în tabela 2.

Din această tabelă se observă că fenomenul de interferență se accentuează pe măsura apropierii de momentul atingerii condițiilor mișcării staționare, racordîndu-se lin la starea de interferență staționară.

Rețeaua în cinci puncte. Fie o rețea de sonde definită prin $n = 5$, $r_1 = r_2 = r_3 = r_4$, $r_5 = 0$, $\theta_1 - \theta_2 = \theta_2 - \theta_3 = \theta_3 - \theta_4 = \frac{\pi}{2}$ și $p_{s1} = p_{s2} = p_{s3} = p_{s4}$.

TABELA 2

t, zile	10	20	30	40	50
D_0	17,760	17,765	17,784	17,784	17,850
D	17,998	18,103	18,146	18,240	18,250
I_1	0,9868	0,9813	0,9801	0,9782	0,9780

Pentru această rețea $Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4$ și sistemul (29) devine :

$$p_{s1}^2 = p_c^2 - \frac{p_0\mu}{2\pi kh}\left\{Q_1\left[E_i\left(-\frac{m\mu r_c^2 (r_c - r_1^2 r_c^{-1})^2}{4\,kr_1^2 p_c t}\right) - E_i\left(-\frac{m\mu r_s^2}{4\,kp_c t}\right) - 4E_i\left(-\frac{m\mu r_c^2 (r_c - r_1)^2}{4\,kr_1^2 p_c t}\right) + 4E_i\left(-\frac{m\mu (r_c - r_1)^2}{4\,kp_c t}\right) + E_i\left(-\frac{m\mu r_c^2 (r_c + r_1^2 r_c^{-1})^2}{4\,kr_1^2 p_c t}\right) + 2E_i\left(-\frac{m\mu r_c^2 (r_c^2 + r_1^2 r_c^{-2})}{4\,kr_1^2 p_c t}\right) - E_i\left(-\frac{m\mu r_1^2}{kp_c t}\right) - 2E_i\left(-\frac{2\,m\mu r_1^2}{4\,kp_c t}\right)\right] + Q_5\left[-E_i\left(-\frac{m\mu r_1^2}{4\,kp_c t}\right) + E_i\left(-\frac{m\mu r_2}{4\,kp_c t}\right)\right]\right\}, \tag{40}$$

$$p_{s5}^2 = p_c^2 - \frac{p_0\mu}{2\,\pi kh}\left\{Q_5\left[-E_i\left(-\frac{m\mu r_s^2}{4\,kp_c t}\right) + E_i\left(-\frac{m\mu r_c^2}{4\,kp_c t}\right)\right] + 4Q_1\left[E_i\left(-\frac{m\mu r_c^4}{4\,kr_1^2 p_c t}\right) - E_i\left(-\frac{m\mu r_1^2}{4\,kp_c t}\right) - E_i\left(-\frac{m\mu r_c^2 (r_c - r_1)^2}{4\,kr_1^2 p_c t)}\right) + E_i\left(-\frac{m\mu (r_c - r_1)^2}{4\,kp_c t}\right)\right]\right\}. \tag{41}$$

Interferența sondelor rețelei și ecranarea sondei centrale de către sondele vecine se pot aprecia prin coeficienții de interferență și de ecranare,

definiţi astfel :

$$I_1 = \frac{p_c^2 - p_{s01}^2}{p_c^2 - p_{s1}^2} = \frac{D_{01}}{D_1};$$

$$I_2 = \frac{p_c^2 - p_{s05}^2}{p_c^2 - p_{s5}^2} = \frac{D_{05}}{D_5}; \qquad (42)$$

$$E^* = \frac{p_c^2 - p_{s5}^2}{p_c^2 - p_{s1}^2} = \frac{D_5}{D_1},$$

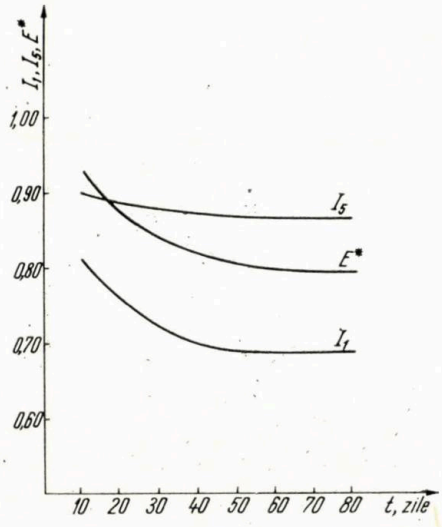


Fig. 1

unde p_{s1} şi p_{s5} sînt presiunile sondelor pentru $Q_1 = Q_5$; p_{s01} şi p_{s05} — presiunile sondelor 1 şi 5 aflate cîte una în producţie la debitul $Q_{01} = Q_{05} = Q_{01} = Q_{05}$; D_1 şi D_5 — expresiile dintre acoladele relaţiilor (40) şi (42) împărţite la $Q_1 = Q_5$; D_{01} -expresia (31), iar D_{05}- expresia rezultată din relaţia (31) prin înlocuirea lui r_1 cu r_5.

Valorile coeficienţilor de interferenţă şi ecranare, calculate cu ajutorul relaţiilor (31), (40), (41) şi (42) pentru diferite valori ale duratei exploatării zăcămîntului, sînt prezentate grafic în figura 1.

Graficele din figura 1 arată că de la o anumită valoare a timpului, care corespunde practic duratei mişcării nestaţionare, interferenţa şi ecranarea devin fenomene staţionare.

B. SONDE ÎN ZĂCĂMINT CU FRONTIERĂ LINIARĂ

1. Cazul frontierei de alimentare

a) *Mişcarea staţionară*

Potenţialul complex al mişcării staţionare generate de n sonde extractive de gaze dintr-un zăcămînt mărginit de un contur de alimentare liniar infinit, rezultă prin însumarea potenţialelor complexe ale surselor negative (cu care s-au asimilat sondele) şi a imaginilor pozitive ale acestora faţă de conturul de alimentare, sub forma :

$$f(z) = \frac{kp_0}{\pi\mu h} \sum_{j=1}^{n} Q_j \ln \frac{z - (a_j - id_j)}{z - (a_j + id_j)} + f_0, \qquad (43)$$

în care a_j, d_j sînt abscisa, respectiv ordonata sondei j, pentru axa absciselor considerată pe conturul liniar de alimentare.

Separînd partea reală a funcţiei (43) şi ţinînd seama de relaţiile (3) şi (7) se obţine pentru distribuţia de presiune formula :

$$p^2 = p_c^2 - \frac{\mu p_0}{2\pi kh} \sum_{j=1}^{n} Q_j \ln \frac{(x - a_j)^2 + (y + d_j)^2}{(x - a_j)^2 + (y - d_j)^2}. \qquad (44)$$

Punînd relaţiei (44) condiţia să verifice presiunile pe frontierele sondelor, rezultă următorul sistem de ecuaţii algebrice :

$$Q_j \ln\left(\frac{2d_j}{r_{sj}}\right)^2 + \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^{n} Q_i \ln \frac{(a_j - a_i)^2 + (d_j + d_i)^2}{(a_j - a_i)^2 + (d_i - d_i)^2} =$$

$$= \frac{2\pi kh(p_c^2 - p_{sj}^2)}{\mu p_0}, (j = 1, 2, \ldots\ldots, n), \qquad (45)$$

în care necunoscutele pot fi debitele sau presiunile sondelor.

Pentru $n = 1$ ($j = 1$, $i = 0$), sistemul (45) se reduce la relaţia :

$$Q = \frac{\pi kh\,(p_c^2 - p_s^2)}{\mu p_0 \ln \frac{2d}{r_s}}. \qquad (46)$$

care exprimă debitul sondei extractive de gaze, în regim staţionar, dintr-un zăcămînt cu contur liniar de alimentare.

Coeficienţii de interferenţă şi de ecranare, definiţi prin relaţiile (22), în care debitele sondelor sînt acelea care rezultă din rezolvarea sistemului (45), au expresii identice cu cele obţinute în cazul lichidului incompresibil [1].

b) *Mişcarea nestaţionară*

Pentru mişcarea nestaţionară corespunzătoare trecerii gazelor din starea de repaus în starea de mişcare staţionară generată de n sonde extractive, se obţine distribuţia de presiune sub forma :

$$p^2 = p_c^2 - \frac{p_0\,\mu}{2\pi kh} \sum_{j=1}^{n} Q_j \left\{ E_i\left[-\frac{m\mu\,(x - a_j)^2\,(y + d_j)^2}{4kp_c t} - \right.\right.$$

$$\left.\left. - E_i\left[-\frac{m\mu\,((x - a_j)^2 + (y - d_j)^2)}{4kp_c t} \right] \right\}, \qquad (47)$$

care duce la următorul sistem de ecuaţii algebrice :

$$Q_l\left[E_i\left(-\frac{m\mu d_l^2}{kp_c t}\right)-E_i\left(-\frac{m\mu r_{sl}^2}{4kp_c t}\right)\right]+$$

$$+\sum_{\substack{j=1\\ j\neq l}}^{n} Q_j\left\{E_i\left[-\frac{m\mu((a_l-a_j)^2+(d_l+d_j)^2)}{4kp_c t}\right]-\right.$$

$$\left.-E_i\left[-\frac{m\mu((a_l-a_j)^2+(d_l-d_j)^2)}{4kp_c t}\right]\right\}=$$

$$=\frac{2\pi kh\,(p_c^2-p_{sl}^2)}{\mu p_0},(l=1,\,2,\,\ldots,\,n). \quad (48)$$

Dacă $n = 1$ ($l = 1$, $j = 0$), din sistemul (48) se obţine relaţia :

$$Q=\frac{2\pi kh(p_c^2-p_s^2)}{\mu p_0\left[E_i\left(-\frac{m\mu d^2}{kp_c t}\right)-E_i\left(-\frac{m\mu r_s^2}{4kp_c t}\right)\right]} \quad (49)$$

Ca exemplu, se va studia interferenţa a două sonde care au poziţiile definite prin a_1, $a_2 = a_1 + a$ şi $d_1 = d_2 = d$. În acest caz, pentru $p_{s1} = p_{s2} = p_s$ şi $r_{s1} = r_{s2} = r_s$, sistemul (48) admite soluţia :

Deoarece pentru $X < 0{,}002$ funcţia exponenţială integrală se poate aproxima prin relaţia (34), transcrisă sub forma :

$$E_i(-X) = \ln X + 0{,}577,$$

rezultă că mişcarea nestaţionară devine staţionară la timpul :

$$T=\frac{25{,}2083\cdot 10^{-3}}{0{,}02}=0{,}52082 \text{ zile},$$

iar coeficientul de interferenţă ia valoarea :

$$I=\frac{D_{01}}{D_1}=\frac{\ln\frac{2d}{r_s}}{\ln\frac{d\sqrt{8}}{r_s}}=0{,}955\cdot$$

2. Cazul frontierei impermeabile

Dacă zăcămîntul are frontieră rectilinie impermeabilă, extinderea mişcării în întregul plan se realizează prin asimilarea sondelor extractive cu surse punctiforme negative şi prin introducerea imaginilor negative ale acestor surse faţă de frontiera impermeabilă.

$$Q_1=Q_2=\frac{2\pi kh(p_c^2-p_s^2)}{\mu p_0\left[E_i\left(-\frac{m\mu d^2}{kp_c t}\right)-E_i\left(-\frac{m\mu r_s^2}{4kp_c t}\right)+E_i\left(-\frac{m\mu(a^2+4d^2)}{4kp_c t}\right)-E_i\left(-\frac{m\mu a^2}{4kp_c t}\right)\right]} \quad (50)$$

Coeficienţii de interferenţă sînt egali ($I_1 = I_2 = I$) şi sînt definiţi de prima relaţie (42), în care D_{01} şi D_1 sînt expresiile cuprinse între parantezele mari de la numitorii relaţiilor (49) şi (50).

Pentru următoarele date : $m = 0{,}15$; $\mu = 0{,}012$ cP ; $k = 1$ D ; $p_c = 100$ ata ; $a = 2d = 200$ m şi $r_s = 10$ cm, rezultă :

$$D_{01} = -E_i(-X_1) + E_i(-X_2),$$

$$D_1 = -E_i(-X_3) + E_i(-X_4),$$

în care :

$$X_1=\frac{m\mu r_s^2}{4kp_c t}=\frac{0{,}15\cdot 0{,}012\cdot 10^2}{4\cdot 1\cdot 100\,t}=\frac{4{,}5\cdot 10^{-4}}{t}=$$

$$=\frac{5{,}2083\cdot 10^{-9}}{t\,(\text{zile})},$$

$$X_2=\frac{m\mu d^2}{kp_c t}=\frac{5{,}2083\cdot 10^{-3}}{t\,(\text{zile})},$$

$$X_3=4X_1=\frac{20{,}8332\cdot 10^{-9}}{t\,(\text{zile})},$$

$$X_4=2X_2=\frac{10{,}4166\cdot 10^{-3}}{t\,(\text{zile})}.$$

În acest caz mişcarea este nestaţionară, iar distribuţia de presiune (rezultată din potenţialul de viteze) are forma :

$$p^2=p_i^2+\frac{p_0\mu}{2\pi kh}\sum_{j=1}^{n}Q_j\left\{E_i\left[-\right.\right.$$

$$\left.-\frac{m\mu\,((x-a_j)^2+(y+d_j)^2)}{4\,kp_i t}\right]+$$

$$\left.+E_i\left[-\frac{m\mu\,((x-a_j)+(y-d_j)^2)}{4\,kp_i t}\right]\right\}. \quad (51)$$

Punînd relaţiei (51) condiţiile relative la presiunea pe frontierele sondelor se obţine următorul sistem de ecuaţii algebrice :

$$Q_l\left[E_i\left(-\frac{m\mu d_l^2}{kp_i t}\right)+E_i\left(-\frac{m\mu r_{sl}^2}{4kp_i t}\right)\right]+$$

$$+\sum_{\substack{j=1\\ j\neq l}}^{n}Q_j\left\{E_i\left(-\frac{m\mu\,((a_l-a_j)^2+(d_l+d_j)^2)}{4kp_i t}\right]+\right.$$

$$\left.+E_i\left[-\frac{m\mu\,((a_l-a_j)^2+(d_l-d_j)^2)}{4kp_i t}\right]\right\}=-$$

$$-\frac{2\pi kh(p_i^2-p_{sl}^2)}{\mu p_0},\ (l=1,2,\ldots,n). \quad (52)$$

Pentru $n = 1$ rezultă :

$$Q = -\frac{2\pi k h\,(p_i^2 - p_s^2)}{\mu p_0\left[E_i\left(-\frac{m\mu d^2}{kp_i t}\right) + E_i\left(-\frac{m\mu r_s^2}{4kp_i t}\right)\right]} \tag{53}$$

Dacă sondele formează unul sau mai multe şiruri paralele cu frontiera zăcămîntului, sistemul (52) îmbracă forme particulare, specifice acestor cazuri.

Pentru $n = 2$ sistemul (52) se reduce la următoarele două ecuaţii :

$$Q_1\left[E_i\left(-\frac{m\,\mu d_1^2}{kp_i t}\right) + E_i\left(-\frac{m\,\mu r_s^2}{4kp_i t}\right)\right] +$$
$$+ Q_2\left[E_i\left(-\frac{m\mu(a^2 + (d_1 + d_2)^2)}{4\,k\,p_i\,t}\right) +$$
$$+ E_i\left(-\frac{m\mu(a^2 + (d_1 - d_2)^2)}{4kp_i\,t}\right)\right] =$$
$$= -\frac{2\pi kh(p_i^2 - p_{s1}^2)}{\mu\,p_0}. \tag{54}$$

$$Q_2\left[E_i\left(-\frac{m\,\mu d_2^2}{kp_i t}\right) + E_i\left(-\frac{m\,\mu r_s^2}{4kp_i t}\right)\right] +$$
$$+ Q_1\left[E_i\left(-\frac{m\mu(a^2 + (d_1 + d_2)^2)}{4kp_i\,t}\right) +\right.$$
$$\left. + E_i\left(-\frac{m\mu(a^2 + (d_1 - d_2)^2)}{4kp_i t}\right)\right] =$$
$$= -\frac{2\pi kh(p_i^2 - p_{s2}^2)}{\mu\,p_0}, \tag{55}$$

în care $r_s = r_{s1} = r_{s2}$ şi $a = a_2 - a_1$.

Coeficienţii de interferenţă şi de ecranare, definiţi relativ la diferenţa pătratelor presiunilor iniţială şi la un moment dat ale sondei, au expresiile :

$$I_1 = \frac{p_i^2 - p_{s01}^2}{p_i^2 - p_{s1}^2} = \frac{D_{01}}{D_1},$$
$$I_2 = \frac{p_i^2 - p_{s02}^2}{p_i^2 - p_{s2}^2} = \frac{D_{02}}{D_2}, \tag{56}$$
$$E_3^x = \frac{p_i^2 - p_{s2}^2}{p_i^2 - p_{s1}^2} = \frac{D_2}{D_1}$$

în care D_{01} este coeficientul lui Q_1 din relaţia (54), D_{02} — coeficientul lui Q_2 din relaţia (55), D_1 — primul membrul al ecuaţiei (54) împărţit la $Q_1 = Q_2$, D_2 — primul membru al ecuaţiei (55) împărţit la $Q_1 = Q_2$.

În figura 2 sînt prezentate graficele coeficienţilor de interferenţă şi de ecranare, definiţi de relaţiile (56), pentru un sistem gazodinamic caracterizat prin $m = 0{,}15$, $k = 1$ D, $\mu = 0{,}012$ cP, $p_i = 100$ ata, $a = d_1 = 200$ m, $d_2 = 300$ m şi $r_s = 10$ cm.

Analizînd graficele din figura 2 se constată :

— neglijabilitatea variaţiei coeficientului de ecranare în raport cu timpul ;

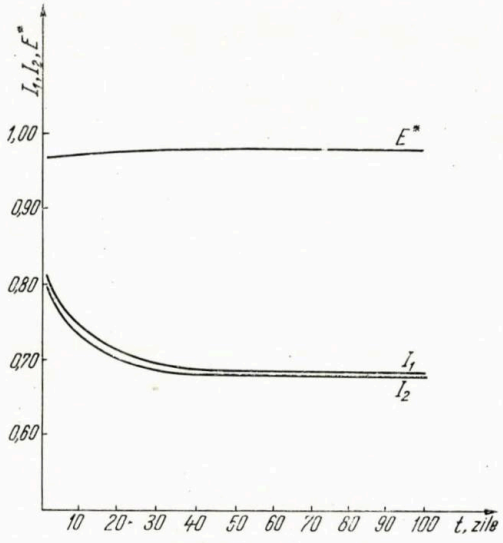


Fig. 2

— neînsemnătatea fenomenului de ecranare (oglindită prin valoarea mare — apropiată de unitate — a coeficientului de ecranare) ;

— cvasiidentitatea variaţiilor coeficienţilor de interferenţă pentru cele două sonde (reliefată de apropierea curbelor mărimilor I_1 şi I_2) ;

— variaţia accentuată a coeficienţilor de interferenţă în primele 30 de zile de exploatare.

Dacă se consideră $Q = 10^5$ Nm³/zi, $h = 1$ m, $t = 100$ zile, din relaţia (53) se obţin valorile :

$$p_{s01} = \sqrt{p_i^2 + \frac{Q\mu p_0 D_{01}}{2\pi kh}} =$$
$$= \sqrt{100^2 + \frac{10^{11}\cdot 0{,}012\cdot 1{,}033\,(-29{,}596)}{86\,400\cdot 6{,}28\cdot 1\cdot 10^2}} =$$
$$= 96{,}6 \text{ ata},$$
$$p_{s02} = \sqrt{p_i^2 + \frac{Q\,\mu\,p_0\,D_{02}}{2\pi kh}} =$$
$$= \sqrt{100^2 + \frac{10^{11}\cdot 0{,}012\cdot 1{,}033(-28{,}746)}{86\,400\cdot 6{,}28\cdot 1\cdot 10^2}} =$$
$$= 96{,}7 \text{ ata},$$

iar din relaţiile (56), uzînd de graficele din figura 2, rezultă :

$$p_{s1} = \sqrt{p_i^2 - \frac{p_i^2 - p_{s01}^2}{I_1}} = \sqrt{100^2 - \frac{676}{0{,}685}} =$$
$$= 94{,}9 \text{ ata},$$
$$p_{s2} = \sqrt{p_i^2 - \frac{p_i^2 - p_{s02}^2}{I_2}} = \sqrt{100^2 - \frac{656}{0{,}679}} =$$
$$= 95{,}1 \text{ ata}.$$

Deci, pe baza sistemului (52) se poate prevedea evoluția presiunii în sonde în cazul exploatării la debit constant.

Concluzii

Interferența sondelor extractive de gaze, în condiții staționare, din zăcăminte cu contur de alimentare circular sau rectiliniu este identică cu cea corespunzătoare sondelor extractive de lichid incompresibil [1].

Pentru perioada mișcării nestaționare care însoțește un asemenea sistem gazodinamic, neputîndu-se asigura simultan constanța debitului și identitatea presiunii sondei productive în grup cu cea a sondei singură productivă, coeficienții de interferență și de ecranare sînt definiți relativ la diferența pătratelor presiunilor inițială și curentă ale sondei. În acest caz, coeficienții de interferență și de ecranare scad, accentuat la început și lent la sfîrșitul perioadei mișcării nestaționare, la valorile constante corespunzătoare mișcării staționare.

Mișcarea gazelor generată de sonde extractive dintr-un zăcămînt cu frontieră rectilinie impermeabilă este nestaționară. Coeficienții de interferență și de ecranare scad accentuat la începutul exploatării și lent în continuare.

Relațiile stabilite pentru extracție la debit constant pot fi extinse la cazul extracției la debit variabil, asimilînd curba debitului cu o funcție cu variație în scară și aplicînd principiul suprapunerii efectelor.

Sistemele de ecuații algebrice obținute permit, pe lîngă aprecierea cantitativă a fenomenelor de interferență și de ecranare a sondelor, prevederea evoluției presiunii în fiecare punct al zăcămîntului și, în mod special, pe frontierele sondelor.

Notații

v_x, v_y — proiecțiile vitezei pe axele carteziene
φ — potențialul de viteze
k — permeabilitatea
μ — viscozitatea dinamică a gazului
p — presiunea
p_0 — presiunea atmosferică
ρ — masa specifică a gazului
ρ_0 — masa specifică a gazului în condiții-standard
x, y — coordonatele carteziene
ψ — funcția de curent
h — grosimea stratului
Q — debitul volumic în condiții-standard
f — potențial complex
f_0 — constantă complexă
z — variabilă complexă
r, θ — coordonatele polare
φ_0 — potențialul de viteze în originea sistemului de axe
p_c — presiunea pe conturul de alimentare
r_c — raza conturului de alimentare.
Q_j — debitul sondei j în prezența altor sonde aflate în producție
Q_{0j} — debitul sondei j în absența altor sonde în zăcămînt
I_j — coeficientul de interferență pentru sonda j
E_j, E_j^* — coeficienții de ecranare ai sondei j
p_i — presiunea inițială
a_j, d_j — coordonatele sondei j

BIBLIOGRAFIE

1. Creţu, I. Interferența sondelor la mișcarea staționară a unui fluid incompresibil. În : Petrol și gaze, **22**, nr. 10, București, 1971.
2. Creţu, I. Hidraulică generală și subterană, București, Editura didactică și pedagogică, 1971, p. 352 —358, 381.
3. Creţu, I., Soare, Al., David, V. și Osnea, Al. Probleme de hidraulică subterană, București, Ed. tehnică, 1966.

Determinarea tranziţiilor sticloase din bitum cu ajutorul calorimetriei diferenţiale

C. Savu, C. Giavarini, şi I. Zîrnă

Unii autori [1 — 5] au demonstrat că există o analogie între comportamentul viscoelastic al polimerilor amorfi, avînd la bază greutăţi moleculare ca acelea ale bitumurilor, cu deosebirea că bitumurile reprezintă sisteme foarte complicate.

Temperatura de tranziţie sticloasă Tg este unica temperatură caracteristică pentru polimerii amorfi şi a fost folosită ca punct de referinţă pentru funcţiunile ce descriu comportamentul la un astfel de sistem ca de exemplu, în ecuaţia lui Wiliams, Landel Ferry (W.L.F.) [6].

Temperatura de tranziţie sticloasă este foarte utilă şi pentru evaluarea caracteristicilor reologice ale asfalturilor [2, 5, 7, 10]. Recent, ecuaţia W.L.F. a fost explicată cu succes şi la aceste sisteme, ce pot fi scrise sub forma [2, 7]:

$$\lg \frac{\eta T}{\eta T_s} = \frac{-8{,}86(T - T_s)}{101{,}6 + T - T_s},$$

în care

T este temperatura la alegere;
T_s — temperatura de referinţă (mai mare decît Tg);
ηT — viscozitatea la temperatura T;
ηT_s — viscozitatea la temperatura T_s.

Pentru T_s trebuie să se aleagă o temperatură la care se poate determina viscozitatea; T_s este foarte înaltă faţă de Tg, permiţînd măsurarea viscozităţii într-o manieră simplă şi precisă. Şi pentru bitumuri, ca şi pentru polimerii amorfi, diferenţa $Tg - T_s$ este egală cu circa 50°C. Viscozitatea la joasă temperatură poate fi calculată cunoscînd Tg şi viscozitatea la o temperatură dată, alta decît Tg.

Dintre numeroasele metode folosite pentru determinarea lui Tg pentru polimeri, se pot cita cele dilatometrice şi cele bazate pe analiză termică diferenţială (D.T.A.).

Tranziţiile la temperaturi joase ale bitumurilor au fost determinate cu ajutorul măsurii volumului specific [2, 7, 9, 10], a penetraţiei [8], a rezonanţei magnetice nucleare [11] şi cu metode ale dinamicii mecanice [12]. Recent Comoc şi Spiro [13] au încercat cu succes şi D.T.A. Ei au supus unele bitumuri la cicluri termice şi au reuşit să măsoare Tg în timpul de răcire a probelor. Aceşti autori explică lipsa determinărilor precedente ale tranziţiei cu D.T.A. prin aceea că ei au efectuat determinarea numai la încălzirea probei, analog cu ceea ce s-a făcut pentru polimeri.

Este important ca în măsurarea temperaturii de tranziţie să fie folosite metode simple, cît mai exacte şi rapide [9, 10].

În prezentul studiu tranziţia sticloasă a bitumurilor a fost studiată cu ajutorul unei tehnici recente, simple şi adecvată, calorimetria diferenţială (D.S.C.), care nu necesită pentru aceasta modificări de temperatură sau amenajări speciale.

Foarte precisă este pentru scopul propus determinarea Tg, atît pentru cicluri de răcire cît şi de încălzire şi de găsire a constituenţilor bitumului, responsabili de tranziţii sticloase. Probele au fost analizate cu un calorimetru diferenţial D.S.C.-1, de fabricaţie Perkin Elmer, lucrînd în atmosferă de azot şi folosind azotul şi ca agent criogen.

După cum se ştie, aparatul necesită energie diferenţială pentru menţinerea capsulelor cu proba dată la aceeaşi temperatură cu aceea de referinţă, în timpul eventualelor tranziţii.

Probele au fost preparate transferînd circa 40 mg de bitum, încălzit anticipat la 100°C, în capsule de aluminiu din dotarea aparatului. După aceasta probele au fost trecute în conteinerul aparatului, s-au încălzit la 77°C şi s-au menţinut constant pînă ce linia de bază a rămas relativ stabilă. Probele au fost supuse apoi unor cicluri termice în intervalul de temperaturi —83°C la 77°C, constînd în răcire şi încălzire cu viteză constantă.

Tranziţia sticloasă a fost cercetată atît în timpul răcirii probei, cît şi în timpul încălzirii, ea fiind caracterizată ca o deviaţie de la direcţia liniei de bază.

În unele cazuri Tg este dată în sarcina temperaturii corespunzătoare punctului iniţial de deviaţie a curbei.

S-au studiat trei bitumuri, unul din ţiţei naftenoaromat (A) şi două cu diverse conţi-

nuturi de parafină (B, C), obținute în țițeiuri parafinice. Caracteristicile lor principale sînt date în tabela 1.

TABELA 1

Caracteristicile bitumurilor

Bitumul	A	B	C
Penetrația, în zecimi de mm	197	182	190
Parafina, metoda CNR, % g	0,6	1,5	3,5
Asfaltene, * % g	18,5	22,0	21,8

* Asfaltenele s-au obținut prin extragerea *n*-pentan (50 volume de *n*-pentan pentru un volum de bitum).

Bitumul B a fost supus la suflare, obținîndu-se trei probe cu diverse grade de oxidare, fiind culese la timpi de oxidare diferiți. Probele au fost notate cu B_1, B_2, B_3, iar caracteristicile lor sînt date în tabela 2.

TABELA 2

Caracteristicile probelor de bitum oxidate

Proba	B_1	B_2	B_3
Timpul de oxidare, ore	4	7	9
Penetrația, zecimi de mm	26	16	13
Asfaltene, % g	40,5	45,3	46,2

Bitumul C, a fost descompus în componenții săi principali (asfaltene, rășini, ulei și ceară), separați după o metodă derivînd din cea propusă de Grant și Hoiberg [15, 16], schema de separare fiind:

bitum
↓ + *n*-pentan
↓ asfaltene ; ↓ maltene
↓ + alcool izobutilic + NH_4OH
↓ rășini ; ↓ ulei și ceară
↓ + acetonă + CH_2Cl_2
↓ ulei ; ↓ ceară

Același bitum a fost reconstituit, amestecînd componenții în aceleași proporții, în sulfură de carbon și evaporînd apoi solventul. Din datele din literatura de specialitate rezultă că, operînd astfel, este posibil să se obțină bitumuri omogene și că acțiunea sulfurii de carbon asupra lui este neglijabilă pentru contacte nu prea lungi [17, 18].

Rezultate și discuții

În figura 1 sînt redate curbele termodiferențiale relative ale bitumurilor A,B,C, și C reconstituit. Aceste probe oferă efecte atribuibile unei tranziții sticloase observabile între −32,5 și −31,5°C în timpul răcirii și temperaturi mai ridicate la încălzire.

Cantitatea mai mare de parafină din bitumul C este pusă în evidență de picul ce apare la 47°C, unde ele cristalizează. S-a putut observa că

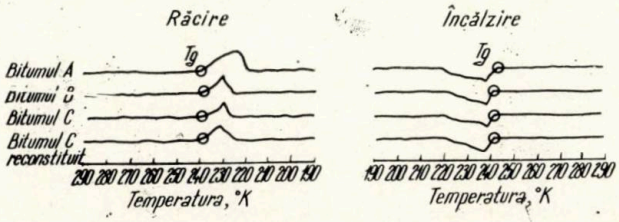


Fig. 1. Variația temperaturii de tranziție sticloasă pentru trei bitumuri diferite și unul reconstituit.

acest pic își diminuiază intensitatea după primul ciclu termic și tinde să se confunde cu efectele date de solidificarea masei uleioase din bitum, rezultînd un efect mic ca intensitate, dar pe un domeniu larg de temperatură. Acest fenomen se explică prin aceea că parafina nu mai reușește să cristalizeze într-o formă de macrocristale, ci rămîne sub forma de micro-cristale. În acest caz *Tg* este întotdeauna cuprins între temperaturile extreme ale acestui interval.

Urmărind curbele relative ale compușilor separați din bitumul C pe diverse faze de separare, conform schemei de mai sus , se observă următoarele:

— asfaltenele în interiorul intervalului de temperatură considerat se comportă ca substanțe inerte;

— maltenele dau aceleași efecte ca și bitumul original dar mai dezvoltate, cuprinzînd tranziție sticloasă, întotdeauna în același interval de temperatură;

— rășinile, uleiurile și ceara, precum și uleiurile nedeparafinate dau tranziție la −31,5°C;

— ceara prezintă curbe caracteristice cerurilor cu un conținut ridicat de normal-parafine, care dau picuri datorită solidificării lor. Ceara în stare solidă este cristalină și nu dă curbă termodiferențială, deci tranziție sticloasă, după cum era de așteptat.

Din analiza curbelor relative ale celor trei probe cu diverse grade de oxidare, obținute pornind de la bitumul B, și curba relativă a maltenelor obținute din proba cea mai oxidată B_3, se observă tranziție sticloasă cel mai bine la răcire și mai dificil la încălzire. *Tg* crește cu creșterea gradului de oxidare, așa după cum se observă în tabela 3.

Proba B_3 și maltenele separate din ea prezintă valori egale cu cele ale lui *Tg*, de −20,5°C. Aceeași observație este valabilă și pentru bitumul *C*, ceea ce permite să se afirme că asfaltenele nu au influență asupra temperaturii de tranziție sticloasă.

Oxidarea conduce la schimbarea raportului asfaltene, rășini, uleiuri și chiar a parafinei [12], prin creșterea asfaltenelor, scăderea rășI-

TABELA 3

Valorile lui *Tg* pentru bitumurile studiate

Bitumul	*Tg* la răcire, °C	*Tg* la încălzire, °C
A	—32,5	—32
B	—31,5	—31
C	—31,5	—31
C reconstituit	—31,5	—31
Maltene C	—31,5	—31
Răşini C	—31,5	—30,5
Ulei şi ceară C	—32	—31
B_1	—24	—25
B_2	—21	—22
B_3	—20,5	—21
Maltene B_3	—20,5	—21

nilor şi a uleiurilor. Răşinilor le cresc caracterul polar şi greutatea moleculară. Cu cît greutatea moleculară a răşinilor este mai mare, cu atît temperatura de cristalizare a acestora este mai ridicată, iar forma de cristalizare iniţială este mai apropiată de forma dentritică [20]. Cu cît răşinile sînt mai polare, cu atît conduc la o creştere a lui *Tg* [12, 13].

Cristalizarea parafinelor este avantajată de prezenţa răşinilor şi a uleiurilor şi neinfluenţată practic de asfaltene, decît ca mod de orientare a cristalelor [19, 20].

Pentru confirmarea faptului că substanţele polare duc la creşterea lui *Tg*, la proba de bitum B_3 s-au extras ceara şi maltenele pînă la procentul de 5% din bitum, şi s-a adăugat 5% ceară din bitumul neoxidat. În aceste condiţii la bitumul astfel reconstituit tranziţia sticloasă a fost mutată de la —22°C la —31,5°C, cît a fost iniţial. Ceara adăugată a condiţionat clar *Tg*, substituind ceara oxidată sau transformată în timpul procesului de oxidare.

Din analiza probelor de mai sus rezultă că tranziţia sticloasă nu depinde în mod deosebit de parafina din bitum , ci de cantitatea de răşini, de greutatea lor moleculară, de polaritatea şi de proveniența lor.

Datele experimentale discutate mai sus permit tragerea următoarelor concluzii :

— calorimetria diferenţială permite observarea tranziţiei sticloase în bitum fie în timpul răcirii fie în timpul încălzirii probelor ;

— descompunînd un bitum în componenţi fundamentaţi, tranziţia sticloasă este prezentă la aceeaşi temperatură pentru maltene, răşini şi uleiurile nedeparafinate, dar nu este observabilă la asfaltene, uleiuri deparafinate şi ceară ;

— procesele oxidative conduc la o creştere a *Tg* o dată cu creşterea gradului de oxidare a unui bitum. Se poate spune că aceasta se datoreşte formării de grupe polare în locul parafinelor, conducînd la creşterea rigidităţii şi a împiedicării cristalizării acestora. Creşterea parafinei neoxidate la un bitum oxidat reduce *Tg* la valoarea iniţială.

BIBLIOGRAFIE

1. Brodnyan, J. G. Use of rheological and Alther Data in Asphalt Engeneering. Problems, rheological and Adhesion characteristics of asphalt. Bulletin 192, Highway Research Board, 1958.
2. Wada, Y. şi Hirose, H. In : J. Phys. Soc. Japan, **15**, 1960, p. 1 885.
3. Wada, Y. şi Hirose, H. In : J. Appl. Phys, Japan, **30**, 1961, p. 46.
4. Hirose, H., Tsuynki, V. şi Wada, Y. In : Oyobutsur, **32**, 1963, p. 29.
5. Sakanoke, S. In : Nippon Kagaku Zasshi, **84**, 1963, p. 384.
6. Williams, M. L., Landel, R. F. şi Ferry, J.D. In : J. Am. Chem. Soc., **77**, 1955, p. 3 701.
7. Schmidt, R. J. şi Barrall, E. M. In : J. Inst. of Petroleum, **51**, 497, nr. 99, 1965, p. 162.
8. Shoer, K., Majidzadeh, K. şi Schweyer, A. E. Temperature Flow Functions for Certain Asphalt Cements, Preprint gennaro, Highway Research Board, 1966.
9. Schmidt, R. J., Boynten, R. F., Santucci, L. E. (Chevron Res. Co) Dilatometric Determination of the Glass Transition Temperature of Asphalts and Amorph Havy Polimers. Presented before the division of Petroleum Chem. American. Chem. Soc. Atlantic City Meeting, 12—17 sept. 1965.
10. Schmidt, R. J. şi Santucci, L. E. (Chevron Res. Co.) A Practical Method for Determining the Glass Transition Temperature of Asphalts and Calculation of Their Low Temperature Viscosities. Pressented of the meeting of the Asociation of asphalt paving technologists 14—16 febr. 1966, Minneapolis-Minesota.
11. Lenz, R. W., Barrante, I. R. şi Andrews, R. D. In : J. Appl. Polim. Sch. **7**, 1963, p. 545.
12. Butta, E. şi Petris, S. D. In : Rivista dei combustibili, **17**, nr. 7—12, 1963, p. 314.
13. Connor, A. J. şi Spiro, J. G. In : J. Inst. Petrol, **54**, 1968, p. 533.
14. Nunderlich, B. şi Bodily, D. In : J. Pol. Sch. C, **6**, 1964, p. 137.
15. Corant, F. R., Hoiberg, A. J. Proc. 13 the Asphalt Conferens, Dallas, Texas, Dic 9—13, 1940. In : Proc. Assoc. Asphalt Pawing Technologists, **12**, 1940, p. 87.
16. Hoiberg, A. J. şi Gerris, Jr. W. E. In : Ind. Eng. Chem., **16** mai 1944, p. 294.
17. Cardia, F. In : Le strade, **18**, 1936, p. 67.
18. Rio, A., Cerrone, M. şi Del Grande, R. In : La Chimica e l'Industria, **37**, 1955, p. 262.
19. Constantinides, G. şi Schromek, M. In : La revista dei combustibili, **XXII**, fasc. IX. 196 p. 468.
20. Constantinides, G., Schromek, M. In : La rivista dei combustibili, **XXIII**, fasc. 11, 1969, p. 541.
21. Savu, C. In : Petrol şi gaze, **XX**, nr. 3, 1970, p. 154.

Conversia tiofenului în prezența diferitelor forme ale unui catalizator Ni-Mo/Al_2O_3

I. Blidișel, E. Welther, M.A. Barbul și Cecilia Bandrabur

Catalizatorii pentru hidrorafinarea produselor petroliere, formați de obicei din oxizi ai metalelor din grupele VI B și VIII (perechi Ni-Mo sau Co-Mo) pe suport de alumină, se folosesc în reactoare sub presiune, la hidrogenoliza compușilor cu sulf și azot și la reținerea urmelor de metale din fracțiunile petroliere. Impuritățile predominante din fracțiunile petroliere sînt compușii cu sulf, iar aceștia, în prezența catalizatorului și a hidrogenului, se transformă în H_2S. Hidrogenul sulfurat format reacționează cu oxizii metalici de la suprafața catalizatorului, trecîndu-i astfel în sulfurile respective. Prin urmare catalizatorii de hidrorafinare (hidrofinare) sînt formați propriu-zis din sulfuri de Ni, Co, Mo etc., pe suport de alumină.

De altfel, se recomandă ca înainte de utilizarea propriu-zisă, catalizatorii să fie sulfurați (oxizii metalici depuși pe suport să fie transformați în sulfuri), dar, din păcate, nu există informații concordante privind influența diferitelor pretratamente asupra activității catalitice. După cei mai mulți autori [1 — 5], sulfurarea anterioară reacției se face cu un amestec de hidrogen și hidrogen sulfurat sau numai cu hidrogen sulfurat, în absența hidrocarburilor, la presiunea atmosferică. Alți autori [6, 7] recomandă ca această operație să se facă cu un amestec de hidrogen și sulfură de carbon, acest procedeu fiind, după afirmațiile autorilor, cel mai indicat pentru a obține catalizatori cu maximum de activitate. Pe de altă parte, L i p s c h [8] susține că sulfurarea prealabilă a catalizatorului nu are nici o influență asupra activității sale, iar Blidișel [5] arată că sulfurarea cu ajutorul sulfurii de carbon duce la forme mai puțin active ale catalizatorilor, comparativ cu formele tratate cu hidrogen sulfurat. Această ultimă constatare concordă cu afirmațiile lui M a n d y [9], care atribuie activitatea mai mică a catalizatorilor sulfurați cu CS_2 blocării parțiale a centrilor activi de către carbonul rezultat la descompunerea sulfurii de carbon.

Sulfurile metalice, considerate a avea proprietăți catalitice deosebite în reacțiile de hidrogenoliză a legăturilor C — S, au fost deseori subiect de discuție în literatura de specialitate. După cum rezultă din lucrările lui M a n d y [9], natura sulfurilor formate pe suprafața catalizatorilor de hidrofinare depinde de condițiile de preparare a acestora. Astfel, în funcție de temperatura și de agentul de sulfurare folosit ($CS_2 + H_2$ sau $H_2S + H_2$) se obțin proporții diferite de $\beta - NiS$ și $\gamma - NiS$, iar față de rapoartele stoichiometrice ale sulfurilor s-a constatat prezența unei mici cantități de sulf în exces, foarte importantă pentru activitatea catalitică. Importanța prezenței sulfului nestoichiometric în catalizatorii de hidrofinare a fost confirmată și de constatările lui W e l l s [10] și K a l e c i c [11]. Ultimul împarte sulful din catalizatorul proaspăt sulfurat în trei grupe : în prima sulful stoichiometric (90—95 % din totalul de sulf) care nu dă reacții de schimb izotopic, în celelalte două grupe sulf în exces față de stoichiometrie, o porțiune labilă, ce poate fi ușor îndepărtată, iar grupa a treia sulf puternic chemisorbit. Sulful nestoichiometric, puternic legat, după afirmațiile lui Kalecic, influențează pozitiv activitatea catalitică. Practica industrială a demonstrat că sulfurarea atentă se impune în special în cazul catalizatorilor de tip Ni — Mo [1 — 4]. Pentru astfel de catalizatori se citează reținerea de aproximativ 9 % S raportat la greutatea catalizatorilor, ceea ce ar reprezenta aproximativ 50 % peste proporția teoretic necesară.

În cele ce urmează se prezintă rezultatele obținute la conversia tiofenului în prezența unui catalizator de hidrofinare de tip Ni-Mo—Al_2O_3. Scopul efectuării acestor experiențe a fost de a obține informații despre unele aspecte privind activitatea catalitică în funcție de diversele forme în care poate fi introdus catalizatorul în reactor, sau cu alte cuvinte, de a vedea dacă modul în care este sulfurat catalizatorul (înainte de reacție — în timpul reacției, plecînd de la forma sa oxidică — în timpul reacției, plecînd de la forma sa obținută prin reducerea cu hidrogen în absența hidrocărburilor) are o influență asupra activității catalitice.

Partea experimentală

Catalizatorul Ni-Mo/Al_2O_3, cu un conținut determinat de nichel și de molibden, a fost introdus în reactorul catalitic în trei forme :

a) Forma oxidică, obținută prin calcinarea catalizatorului în aer, la 550°C și presiunea atmosferică, timp de 4 ore.

b) Forma redusă, obținută din forma oxidică prin reducere în curent de hidrogen, în următoarele condiții :

— temperatura 520°C
— timp de reducere 2 ore
— debit de hidrogen 200 cm^3/min
— presiunea aproximativ 760 mmHg

c) Forma sulfurată, obținută din cea oxidică prin tratarea catalizatorului cu hidrogen sulfurat în următoarele condiții :

— temperatura de lucru 200°C
— timp de sulfurare 4 ore
— debit de H_2S 17 cm^3/min
— presiunea aproximativ 760 mm Hg

Din catalizatorul astfel tratat se elimină apoi, în vacuum, excesul de hidrogen sulfurat adsorbit, în următoarele condiții :

— temperatura 200°C
— timp de evacuare 1 oră
— presiunea din sistem 10^{-1} mm Hg.

Cantitatea de sulf reținută de catalizator se ridică la o valoare de aproximativ 7 % gr. Această cantitate de sulf corespunde aproximativ celei stoichiometrice, presupunînd formarea doar a sulfurilor NiS și MoS_2. Cum însă numai o parte din metale este accesibilă sulfurării, iar pe de altă parte, se formează și sulfuri inferioare, cum ar fi Ni_3S_2, rezultă că proporția de sulf reținut constituie un exces important. Se poate deci presupune că sulfurile formate nu sînt stoichiometrice, formîndu-se aglomerări de sulf în jurul atomilor metalici.

Experiențele catalitice s-au efectuat într-o instalație similară cu cea descrisă într-o lucrare anterioară [5], de tip microreactor cuplat cu cromatograf de gaze. Microreactorul cu strat fix de catalizator este alimentat continuu cu un amestec de reacție format din hidrogen — benzen — tiofen. Benzenul este un diluent al tiofenului și, în același timp, este etalonul intern pentru analiza cromatografică, în condițiile de reacție benzenul rămînînd netransformat. Instalația a suferit unele modificări, în sensul adăugării unor conducte de alimentare, astfel încît peste stratul de catalizator să se poată trece alternativ hidrogen pur, argon pur sau amestec de reacție.

Experimentările au fost efectuate în următoarele condiții :

— cantitate de catalizator 0,5 cm^3
— diluent al catalizatorului alfa-alumină în cantitate de 1,5 cm^3
— granulație catalizator și diluent 0,63 — — 1,0 mm
— temperatură de reacție 300°C
— presiune totală din sistem 20 atm
— raport gravimetric benzen | tiofen 1 : 1
— raport molar hidrogen/benzen 91 : 1
— raport molar hidrogen/tiofen 98 : 1
— viteză de alimentarea reactorului cu tiofen $3{,}064 \times 10^{-6}$ moli/s
— viteză volumară (benzen + tiofen) 3,9 ore^{-1}

În mod obișnuit, aducerea instalației în condiția temperaturii de reacție s-a făcut la presiunea de 20 atm, trecînd peste catalizator doar hidrogen pur. Pentru a verifica după această operație în prezența hidrogenului pur are vreo influență asupra activității catalitice, s-a lucrat și numai cu argon pur în perioada de aducere în regim a instalației. Pînă la atingerea parametrilor de operare, fluxul de gaz din reactor a fost constituit din argon pur, apoi se golește aproape total instalația, se introduce hidrogen, se stabilesc condițiile de debit și de presiune și se începe trecerea amestecului de reacție. Un ciclu de experimentare durează 5 ore, în afară de timpul afectat montării instalației și atingerii condițiilor de lucru. Patru ore sînt necesare pentru a se ajunge la un sistem într-o stare staționară și o oră pentru efectuarea analizelor cromatografice a produșilor de reacție. S-au efectuat și cicluri de reacție mai lungi, în jur de 20 de ore, menținîndu-se continuu constante condițiile de reacție, analizîndu-se permanent produșii de reacție cu scopul de a constata dacă activitatea catalizatorului examinat este staționară.

Pentru analiza prin cromatografie de gaze a produșilor de reacție, s-au întrebuințat două coloane cromatografice : una pentru analiza amestecului de benzen și tiofen și a doua pentru analiza produșilor gazoși de reacție. Prima coloană, polară, are o fază staționară mixtă : polipropilen glicol UX 550 — polietilen glicol (Carbowax) 1500 ; a doua coloană, apolară, are fază staționară Apiezon L.

Pe baza rezultatelor analizei cromtografice a amestecului benzen-tiofen se calculează conversia, cu ajutorul relației :

$$x = 100 - C_T \frac{100}{C_{iT}}, \% \text{ gr} \qquad (1)$$

în care : x este conversia ;

C_T — concentrația tiofenului în produsul de reacție, % gr ;

C_{iT} — concentrația inițială a tiofenului în amestecul benzen-tiofen, % gr ;

C_T se determină după integrarea suprafețelor de sub vîrfurile cromatografice ale benzenului și tiofenului, cu relația :

$$C_T = \frac{f \cdot S_T \cdot C_{iB}}{S_B}, \qquad (2)$$

în care :

S_T este suprafața de sub vîrful cromatografic al tiofenului ;

S_B — suprafața de sub vîrful cromatografic al benzenului ;

f — factorul de corecție pentru tiofen în prezența etalonului intern benzen;
C_{iB} — concentrația etalonului intern (benzen).

Rezultate experimentale

Activitatea catalitică la conversia tiofenului se exprimă prin indicele de activitate (IA_{300}), definit de ecuația :

$$IA_{300} = \frac{F \cdot x}{G}, \text{ moli/s. g} \qquad (3)$$

de hidrogen. În figura 2 este redat modul în care variază concentrația hidrogenului sulfurat în produsul de reacție timp de 20 de ore pentru cazul experiențelor cu catalizatorul redus și cu cel sulfurat.

Discuția rezultatelor experimentale

Conform celor arătate anterior, s-a experimentat conversia tiofenului în prezența aceluiași catalizator, care înainte de introducerea în reactor a fost supus la o serie de tratamente

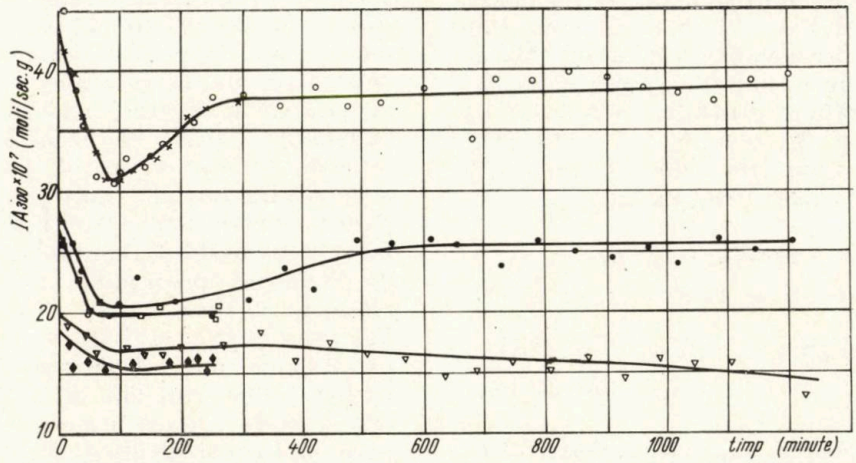


Fig. 1. Variația în timp a activității diferitelor forme de catalizator Ni — Mo/Al_2O_3.
O—catalizator sulfurat (argon): ● — catalizator oxidic (argon); Δ — catalizator redus (argon); x — catalizator sulfurat (hidrogen); □ — catalizator oxidic (hidrogen); : ◆ — catalizator redus (hidrogen).

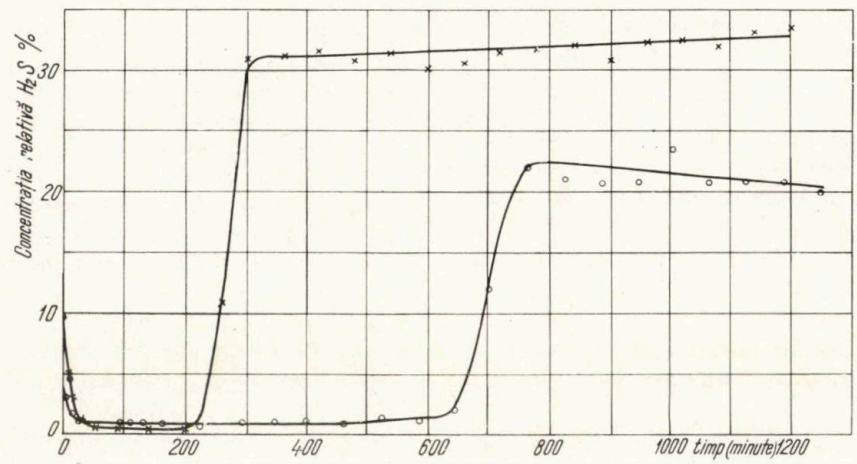


Fig. 2. Variația în timp a concentrației hidrogenului sulfurat în gazele de reacție :
o—catalizator redus; x — catalizator sulfurat.

în care :

F este viteza de alimentare a reactorului cu tiofen;
G — greutatea probei de catalizator.

În figura 1 este reprezentată variația în timp a indicelui de activitate la conversia tiofenului, pentru toate cele trei forme ale catalizatorului și, respectiv, pentru cazurile atingerii temperaturii de lucru în mediu de argon sau în mediu

ce au dus la modificarea chimică a suprafeței lui. Astfel, în catalizatorul de formă oxidică avem de-a face cu oxizii respectivi de nichel și molibden. În cazul catalizatorului redus, o parte din oxizi sînt transformați la metal elementar, iar la suprafața catalizatorului sulfurat sînt prezente combinațiile cu sulf ale respectivelor metale.

După cum se vede din figura 1, activitatea catalitică maximă o are forma sulfurată în

prealabil; între celelalte două forme, cea oxidică şi cea redusă, diferenţele de activitate sînt relativ mici şi ambele au indici de activitate cu valori aproximativ pe jumătate din cele ale formei. Prin urmare, spre deosebire de concluziile lui L i p s c h [8], se demonstrează că, în cazul conversiei tiofenului, activitatea catalitică este simţitor îmbunătăţită prin sulfurarea prealabilă a catalizatorului Ni-Mo.

Conform mecanismului propus de W e l l s [10], la suprafaţa catalizatorului sulfurat în prealabil, în prezenţa hidrogenului, se formează centri activi de forma ... S_y ..., care sînt cei mai activi la hidrogenoliza tiofenului. Mecanismul lui Wells presupune un schimb de atomi de sulf între suprafaţa catalitică şi mediul de reacţie, dovedit şi de K a l e c i c [11] prin tehnica trasorilor radioactivi. Mecanismul poate fi reprezentat după cum urmează:

$$\ldots S_x \ldots + (x - y)\, H_2 \rightarrow \ldots S_y \ldots + (x - y)\, H_2S$$

$$\ldots S_y \ldots + C_4H_4S \rightarrow \ldots S_{y+1} \ldots + C_4H_4 \text{ (adsorbit)}$$

$$C_4H_4 \text{ (adsorbit)} \xrightarrow{+H_2} \text{hidrocarburi}$$

$$\ldots S_{y+1} \ldots + H_2 \rightarrow H_2S + \ldots S_y \ldots$$

unde $x > y > 0$.

În cazul catalizatorului în formă oxidică sau redusă, astfel de centri activi se formează în prezenţa amestecului de reacţie şi este foarte probabil că numărul de centri activi formaţi pe unitatea de suprafaţă să fie mai mic şi chiar natura lor să difere de cazul catalizatorului tratat înainte cu hidrogen sulfurat. Motivele acestor ipoteze pot fi:

— acoperirea centrilor activi potenţiali cu cocs provenit din reacţii secundare ale hidrocarburilor prezente;

— otrăvirea centrilor potenţiali cu compuşi cu sulf (tiofen, hidrogen sulfurat etc.), ireversibil chemisorbiţi.

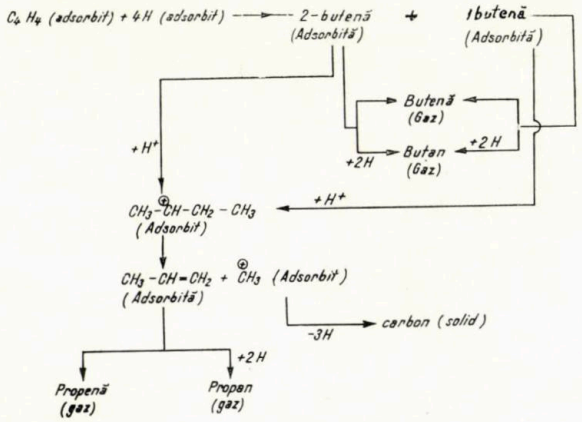
În acest sens trebuie menţionată susceptibilitatea pronunţată la otrăvirea cu sulf a metalelor elementare şi faptul experimental că forma redusă a catalizatorului are cea mai mică activitate. De asemenea se mai poate admite că sulful provenit din conversia tiofenului pe suprafeţe oxidice sau metalice este legat puternic de aceste suprafeţe, în proporţie mult mai mare decît în cazul sulfurării cu H_2S, şi este indisponibil pentru transferul de sulf conform mecanismului de mai sus. Acest fenomen poate desigur să fie privit ca o otrăvire a centrilor activi prin adsorbţie ireversibilă.Tot în figura 1 se observă că activitatea iniţială, deosebit de mare, scade brusc, trece printr-un minim şi se stabileşte apoi pe un palier (se observă chiar o uşoară tendinţă de creştere a valorii IA_{300}). Acest fenomen este mai atenuat în cazul catalizatorului oxidic şi este aproape inexistent în cazul catalizatorului redus. Pe baza mecanismului şi a ipotezelor de mai sus se poate explica acest comportament. Activitatea iniţială deosebit de pronunţată şi scăderea bruscă a acesteia în cazul catalizatorului sulfurat se poate atribui faptului că îndepărtarea prin vacuum a excesului de hidrogen sulfurat adsorbit la operaţia de sulfurare lasă liberi centrii activi, iar, datorită reacţiei, o parte dintre ei sînt rapid dezactivaţi de chemisorbţia compuşilor cu sulf. Creşterea destul de pronunţată a activităţii, de la minimul situat la 100 min, urmată de o creştere uşoară în tot intervalul experienţei, arată că această dezactivare este reversibilă. Catalizatorul redus nu prezintă o activitate iniţială mult peste valoarea ei din palier, centrii săi potenţiali fiind de la bun început otrăviţi de compuşii cu sulf. Se poate de asemenea presupune că însăşi natura centrilor activi formaţi este diferită, întrucît alura descrescătoare a activităţii indică o dezactivare ireversibilă a lor. Comportarea catalizatorului oxidic, după cum era de aşteptat, se situează între aceste cazuri extreme. Activitatea mai mare a formei oxidice, faţă de cea a formei reduse, se poate atribui faptului că oxizii metalici respectivi sînt mai puţin susceptibili la otrăviri cu compuşi cu sulf decît metalele elementare.

Utilizarea argonului în locul hidrogenului în perioada de atingere a temperaturii de reacţie se pare că nu are vreun efect deosebit, valorile experimentale obţinute cu hidrogen şi cu argon fiind practic identice în cazul catalizatorului sulfurat şi foarte puţin diferite la celelalte două forme ale catalizatorului. Faptul că în cazul formei oxidice şi a celei reduse apar mici diferenţe în acelaşi sens se poate atribui acţiunii reducătoare a hidrogenului (tratament cu hidrogen la 20 atm timp de o oră, în intervalul de temperatură cuprins între 20 şi 300°C). Formarea unei cantităţi suplimentare de metal elementar accentuează susceptibilitatea la otrăvire a suprafeţei catalitice în perioada de început a reacţiei.

Din figura 2 se observă că în perioada iniţială a reacţiei concentraţia hidrogenului sulfurat în produşii de reacţie se menţine la o valoare scăzută, după care creşte brusc, stabilindu-se la o valoare aproximativ constantă. Aparent acest fapt vine în contradicţie cu gradul de conversie al tiofenului, conform acestuia, concentraţia de hidrogen sulfurat în gazele de reacţie trebuind să fie mult mai mare. Datele experimentale demonstrează că în prima perioadă de reacţie hidrogenul sulfurat format este chemisorbit la suprafaţa catalizatorului sulfurat; în cazul catalizatorului redus este consumat atît pentru

sulfurarea lui, cît și la chemisorbție pe suprafață. Astfel se explică, la experimentarea catalizatorului redus, timpul mare în care concentrația hidrogenului sulfurat în gaze se menține la o valoare foarte mică. Faptul că, în cazul catalizatorului formă redusă, timpul de saturare cu sulf este mai mare decît în cazul catalizatorului sulfurat este explicabil prin lipsa unei concentrații inițiale de sulf. Activitatea „de echilibru" mai mică a acesteia, chiar și după saturarea suprafeței, poate fi pusă pe seama naturii diferite a fixării sulfului, care duce la forme mai puțin active ale catalizatorului. În cazul catalizatorului sulfurat se observă o bună corespondență între durata de atingere a palierului de activitate, respectiv de concentrație staționară de hidrogen sulfurat în gaze (300 min). Atingerea palierului marchează momentul stabilirii unei stări de „echilibru" între hidrogenul sulfurat chemisorbit și cel desorbit.

În gazele de reacție se constată prezența atît a hidrocarburilor C_4, cît și a celor C_3. Alumina-suport, avînd aciditate de suprafață, este de așteptat să catalizeze reacții de cracare după un mecanism carbocationic :



În acest fel se poate explica și coxarea catalizatorului.

În concluzia lucrărilor efectuate se poate sublinia importanța deosebită a sulfurării în prealabil a catalizatorului studiat, cu ajutorul H_2S, pentru obținerea unei activități optime la conversia tiofenului. De asemenea, rezultatele experimentale obținute constituie o confirmare a mecanismelor de reacție descrise.

BIBLIOGRAFIE

1. *** Patent francez 1 568 754, 30 mai 1969.
2. *** Patent S.U.A. 3 441 500, 29 aprilie 1969.
3. *** Patent S.U.A. 3 444 074, 13 mai 1969.
4. *** Patent S.U.A. 3 349 025, 24 octombrie 1967.
5. Blidișel, I., Barbul, M. A., Bandrabur, C. și Welther, E. A II-a conferință națională de chimie fizică, generală și aplicată, București, 1—4 sept. 1970. Lucrarea nr. 63/III.
6. *** Patent S.U.A. 3 481 862, 2 decembrie 1969.
7. *** Patent francez 1 569 510, 30 mai 1969.
8. Lipsch, J. M. J. G. și Schuit, G. C. A. În: J. Catal., **15**, nr. 2, 1969, p. 179.
9. Mandy, T., Gaty, G. și Meszaros, A. Symposium uber Hydrokatalytische Prozesse in der Erdölverarbeitung und Petrochemie, Leuna, **I**, 1966.
10. Wells, P. B. În: J. Catal., **19**, nr. 3, 1970, p. 372.
11. Kalecic, I. V., Derjaghina, E. N., Pavlova, K. A. și Lipovic, V. G. Symposium über Hydrokatalytische Prozesse in der Erdölverarbeitung und Petrochemie, Leuna **II**, 1966.

Alegerea soluţiei economice în transportul gazelor cu staţii intermediare de comprimare

Gh. Dumitrescu

În economia modernă folosirea gazelor naturale marchează un rol de prim ordin atît ca sursă energetică, cît şi ca materie primă pentru chimizare.

Din acest motiv, în ultimele două decenii consumul de gaze naturale a crescut într-un ritm impresionant, ritm care se va menţine şi în următorii ani.

Acest larg proces de folosire a gazelor pune însă probleme deosebite prin proporţia lucrărilor şi a investiţiilor mari pe care le reclamă pentru transport.

Transportul gazelor naturale a condus în ultimii ani — şi acest lucru va continua să se accentueze în viitor — la sisteme de transport din ce în ce mai ample şi mai costisitoare, datorită depărtării tot mai mari a noilor consumatori de sursele de gaze. Pe plan mondial, problema capătă proporţii deosebite.

Este firesc ca în aceste condiţiuni numărul de ipoteze care trebuie analizate să crească foarte mult şi prin aceasta volumul de calcule să devină impresionant şi dificil.

În această situaţie sistematizarea şi simplificarea modului de calcul ar fi salutară.

Este ceea ce îşi propune autorul articolului în cele ce urmează.

Se presupune un sistem de transport, conform schemei, compus dintr-un număr m de staţii intermediare de comprimare , m tronsoane intermediare echidistante, de lungime l, şi un tronson final de lungime lf (fig. 1)

Soluţia cea mai economică într-un astfel de sistem este reprezentată de cazul în care valoarea totală a investiţiei (staţii de compresoare + + conductă) şi preţul de cost al transportului gazelor (comprimare + transport) se înscriu cu valorile cele mai reduse.

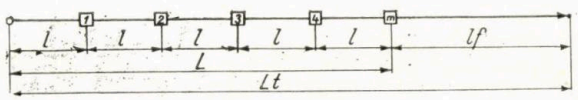


Fig. 1. Schema unui sistem de transport cu cinci staţii intermediare.

Deoarece ipotezele care se cer analizate sînt numeroase, este utilă sistematizarea procedeului de analiză şi determinarea apriori a unor parametri.

Notaţii

L_t — lungimea totală a sistemului, km;
l — lungimea tronsonului dintre două staţii de comprimare, km;
l_f — lungimea tronsonului final, km;
m — numărul staţiilor de comprimare de pe traseu;
I — investiţia totală, lei;
I_1 — investiţia privind staţiile de comprimare, lei;
I_2 — investiţia privind conducta de gaze, lei;
N_i — puterea activă a unei staţii de comprimare, CP,;
Q — debitul de gaze transportate, Nm^3/d;
Pr — presiunea de refulare a compresoarelor, ata;
P_a — presiunea de aspiraţie a compresoarelor, ata;
a — numărul treptelor de comprimare a compresoarelor;
P_0 — presiunea normală la care se exprimă gazele aspirate;
n — coeficientul politropic al gazelor;
η — randamentul mecanic al compresoarelor;
T_m — temperatura medie a gazelor, °K;
T_0 — temperatura în condiţii de standard, °K;
δ — densitatea gazelor în raport cu aerul;
Z — coeficientul de abatere al gazelor;
E — coeficient de încărcare a conductei;
D — diametrul interior al conductei, cm;
I_s — investiţia specifică a sistemului de transport, lei/km/1 000 $Nm^3 \times d$;
p_{cs} — preţul de cost specific al transportului gazelor lei/km/1 000 Nm^3;
i_c — investiţia specifică a conductei, lei/km;
i_{cp} — investiţia specifică a staţiilor de comprimare, lei/CP;
α_c — cota anuală de amortizare a conductei, %;
α_{cp} — cota anuală de amortizare a compresoarelor, %;
C_c — cheltuieli de exploatare ale conductei, lei/km × × an;
C_{cp} — cheltuieli de exploatare ale compresoarelor, lei/ /CP/an;
e — consumul de energie al comprimării, lei/CP × an.

A. Valoarea totală a investiţiei şi preţul de cost al transportului gazelor

Conform notaţiilor de mai sus, investiţia totală este redată de relaţia :

$$I = I_1 + I_2 = i_{cp} \cdot N + i_c \cdot L_t \qquad (1)$$

în care :

$$N = \sum_{i=1}^{m} N_i \qquad (2)$$

$$L_t = m \cdot l + l_f \qquad (3)$$

Din figura 1 se vede că :

$$L = L_t - l_f = m \cdot l$$

$$l = \frac{L}{m} \qquad (4)$$

Dacă se consideră că puterea necesară comprimării pentru raţiile de comprimare obişnuite :

$$\sqrt[a]{\frac{P_r}{P_a}} \leqslant 2{,}7$$

este :

$$N_i = \frac{\sqrt{n}}{1{,}265\,\eta}\cdot a\cdot\left(\sqrt[a]{\frac{P_r}{P_a}}-\frac{0{,}7}{\sqrt[a]{\frac{P_r}{P_a}}}\right)\cdot\frac{Q}{1000},\ CP \quad (5)$$

din relaţia cunoscută a debitului :

$$Q_h = 0{,}0726\cdot\frac{T_0}{P_0}\sqrt{\frac{P_1^2-P_2^2\cdot D^{5{,}33}}{\delta\cdot z\cdot T_m\cdot l}}\ E \quad (6)$$

prin înlocuirea lui $Q_1 = \mathrm{Nm^3/h}$ cu $Q = \mathrm{Nm^3/d}$, pentru $T_0 = 293°\mathrm{K}$ şi $P_0 = 1$ at, se obţine :

$$l = \frac{2{,}62\cdot 10^4}{\delta\cdot z\cdot T_m}\cdot E^2\,\frac{(P_1^2-P_2^2)\cdot D^{5{,}33}}{Q^2}. \quad (7)$$

Notîndu-se :

$$\Delta = \frac{2{,}62\cdot 10^5}{\delta\cdot z\cdot T_m}\,E^2,$$

prin înlocuirea $P_1 = P_r$ şi $P_2 = P_a$, relaţia (7) devine :

$$l = \Delta\cdot\frac{(P_r^2-P_a^2)\cdot D^{5{,}33}}{Q^2} \quad (8)$$

Dacă staţiile de comprimare intermediare vor fi egale între ele ca putere, relaţia (2) devine :

$$N = m\cdot N_i = \frac{L}{l}\cdot\frac{\sqrt{n}}{1{,}265\,\eta}\cdot a\left(\sqrt[a]{\frac{P_r}{P_a}}-\frac{0{,}7}{\sqrt[a]{\frac{P_r}{P_a}}}\right)\cdot$$

$$\cdot\frac{Q}{1\,000},\ CP \quad (9)$$

În acest caz conform relaţiei (1), valoarea totală a investiţiei va căpăta forma :

$$I = L\cdot\left[i_{cp}\cdot\frac{1}{l}\ \frac{\sqrt{n}}{1{,}265\,\eta}\cdot a\left(\sqrt[a]{\frac{P_r}{P_a}}-\frac{0{,}7}{\sqrt[a]{\frac{P_r}{P_a}}}\right)\cdot\right.$$

$$\left.\cdot\frac{Q}{1\,000}+i_c\right],\ \text{lei} \quad (10)$$

Investiţia specifică va fi :

$$I_s\,\frac{1\,000\cdot I}{L\cdot Q} = i_{cp}\cdot\frac{1}{l}\ \frac{\sqrt{n}}{1{,}265\,\eta}\cdot$$

$$\cdot a\left(\sqrt[a]{\frac{P_r}{P_a}}-\frac{0{,}7}{\sqrt[a]{\frac{P_r}{P_a}}}\right)+\frac{1\,000\cdot i_c}{Q},\ \text{lei/km/1000}\,\mathrm{Nm^3\times d} \quad (11)$$

Deoarece sub această formă I_s este funcţie de două variabile :

$$\left(\sqrt[a]{\frac{P_r}{P_a}}\right)\ \text{şi}\ l$$

l va fi înlocuit cu valoarea din relaţia (8). În acest caz :

$$I_s = i_{cp}\cdot\frac{\sqrt{n}}{1{,}265\,\eta}\cdot\frac{Q_2}{\Delta\cdot(P_r^2-P_a^2)\cdot D^{5{,}33}}\cdot$$

$$\cdot a\left(\sqrt[a]{\frac{P_r}{P_a}}-\frac{0{,}7}{\sqrt[a]{\frac{P_r}{P_a}}}\right)+\frac{1\,000\ i_c}{Q},\ \text{lei/km/1 000}\,\mathrm{Nm^3\times d} \quad (12)$$

Pornind de la această relaţie se stabileşte relaţia preţului de cost specific pentru comprimare + + transport :

$$p_{cs} = 2{,}74\,\frac{i_c\cdot\alpha_c+C_c}{Q}+\frac{2{,}74}{10^3}\,(i_{cp}\cdot\alpha_{cp}+e+$$

$$+c_p)\,\frac{\sqrt{n}}{1{,}265\,\eta}\cdot$$

$$\cdot a\,\frac{Q^2}{\Delta(P_r^2-P_a^2)\cdot D^{5{,}33}}\left(\sqrt[a]{\frac{P_r}{P_a}}-\frac{0{,}7}{\sqrt[a]{\frac{P_r}{P_a}}}\right),$$

$$\text{lei/km}\cdot 1\,000\ \ \mathrm{Nm^3} \quad (13)$$

B. Determinarea numărului optim al staţiilor de comprimare intermediare din sistemul de transport

Soluţia optimă într-un sistem de transportat gaze corespunde valorilor minime atît pentru I_s cît şi pentru p_{cs}. Pentru început se va presupune determinant diametrul conductei (D) şi că staţiile de comprimare vor lucra într-o singură treaptă ($a = 1$). În acest caz, în relaţiile (12) şi (13) toţi parametrii sînt constanţi (predeterminaţi), cu excepţia presiunilor (P_r şi P_a). Cele două relaţii se pot scrie :

$$I_s = K_1\cdot\frac{1}{P_r^2-P_a^2}\left(\frac{P_r}{P_a}-\frac{0{,}7}{\frac{P_r}{P_a}}\right) \quad (14)$$

$$p_{cs} = K_2\cdot\frac{1}{P_r^2-P_a^2}\left(\frac{P_r}{P_a}-\frac{0{,}7}{\frac{P_r}{P_a}}\right) \quad (15)$$

Se observă că în ambele cazuri valorile minime se obţin pentru aceeaşi valoare a variabilei $\frac{P_r}{P_a}$.

Anulînd derivata în raport cu variabila $\frac{P_r}{P_a}$ a acestei funcţiuni se obţine :

$$\frac{P_r}{P_a} = \sqrt{1{,}94} = 1{,}393 \qquad (16)$$

În concluzie, într-un sistem de transportat gaze prevăzut cu staţii intermediare de comprimare, numărul optim al staţiilor de comprimare corespunde raportului $P_a = \frac{P_r}{1{,}393}$.

În acest caz distanţa optimă dintre două staţii de comprimare devine :

$$l = 0{,}485 \cdot \Delta \cdot \frac{P_r^2}{Q^2} \cdot D^{5{,}33}, \qquad (17)$$

în care :

$$\Delta = \frac{2{,}62 \cdot 10^5}{\delta \cdot Z \cdot T_m} \cdot E^2.$$

C. Valoarea indicatorilor economici optimi în sistemul de transport cu staţii intermediare de comprimare

Prin înlocuirea valorii $P_a = \frac{P_r}{1{,}393}$ în relaţiile (12) şi (13) se obţin valorile minime pentru investiţia specifică, respectiv pentru preţul de cost specific, astfel :

$$I_s = 1{,}84 \frac{i_{cp}}{\Delta} \frac{\sqrt{n}}{1{,}265\eta} \cdot \frac{Q^2}{P_r^2 \cdot D^{5{,}33}} + \frac{10^3 \cdot i_c}{Q}, \text{ lei/km/1000 Nm}^3 \times \text{d} \qquad (18)$$

$$p_{cs} = 2{,}74 \frac{i_c \cdot \alpha_c + C_c}{Q} + \frac{5{,}04}{10^3} \cdot \frac{i_{cp} \cdot \alpha_{cp} + e + c_p}{\Delta} \cdot \frac{\sqrt{n}}{1{,}265\eta} \cdot \frac{Q^2}{P_r^2 \cdot D^{5{,}33}}, \text{ lei/km/1 000 Nm}^3 \qquad (19)$$

Relaţiile (18) şi (19) odată stabilite, soluţia optimă va fi determinată, considerînd D variabil pentru o succesiune de valori ale lui P_r.
Din curbele rezultate, soluţia cea mai economică va fi reprezentată de cazul în care, indiferent de valorile pentru D şi P_r, pentru I_s şi p_{cs} se înscriu valorile cele mai mici. În cazul în care cei doi indicatori nu se suprapun pe acelaşi diametru de conductă, soluţia aleasă va fi funcţie de punctul de vedere şi de politica beneficiarului care va considera ca mai avantajoasă una sau alta dintre alternative.

D. Exemplificare

Pentru punerea în evidenţă a variaţiei indicatorilor economici (I_s şi p_{cs}) în funcţie de elementele variabile ale sistemului (D şi P_r) se

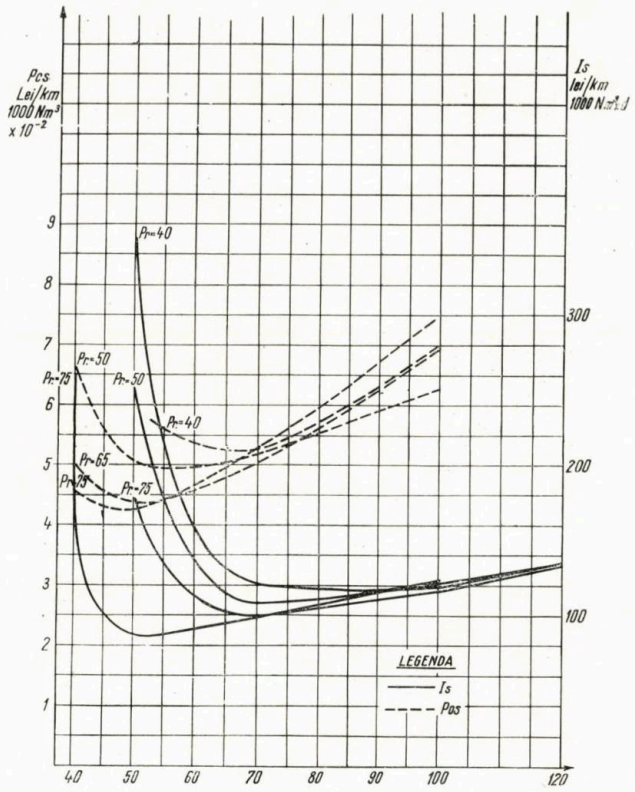


Fig. 2. Variaţia I_s şi p_{cs} în funcţie de D şi P_r.

redă mai jos un exemplu numeric cu următoarele date :

Q	$= 5 \times 10^6$ Nm³/d	i_{cp}	= 4 000 lei/C.P.
L	= 1 600 km	$\alpha_c = \alpha_{cp}$	= 0,03
n	= 1,3	C_c	= 10 000 lei/C.P. x an
η	= 0,9	C_p	= 570 lei/C.P. x an
δ	= 0,56	e_g	= 383 lei C.P. × an
E	= 0,95		
T_m	= 318 °K		
Z	= 0,95		

Gama presiunilor considerate :

$$P_r = 40 ; 50 ; 65 \text{ şi } 75 \text{ ata}$$

Diametrele luate în calcul :

$$D = 40 ; 50 ; 70 ; 100 \text{ şi } 120 \text{ cm}$$

Rezultatele obţinute au fost trecute în tabela 1 şi în diagrama din figura 2.
Investiţia specifică a conductei considerată în calcule (i_c) a fost aproximată după date

TABELA 1

Valori rezultate pentru I_s și p_{cs} în funcție de D și P_r

P_r	ATA	40					50					65					75				
D	cm	40	50	70	100	120	40	50	70	100	120	40	50	70	100	120	40	50	70	100	120
i_c	mii lei/km.	560	700	1 000	1 400	—	560	700	1 000	1 400	—	560	700	1 000	1 400	—	587	720	1 050	1 500	—
I_s	lei/km/1000m³ × d	—	235,00	211,30	281,63	—	265,00	200,09	207,25	271,06	—	202,30	175,95	204,25	280,63	—	183,20	171,20	213,33	350,47	—
p_{cs}	lei/km/1000 m³ × d	—	0,088	0,0303	0,0298	0,0334	—	0,0629	0,0273	0,0306	0,0333	—	0,0412	0,0251	0,029	0,0331	0,0465	0,0217	0,0251	0,031	—

statistice, în funcție de diametrul țevii și de calitatea oțelului folosit.

Din exemplul ales rezultă că soluția optimă este reprezentată de folosirea unei conducte cu $D_n = 500$ mm, funcționînd la o presiune de regim de 75 ata. În acest caz atît investiția cît și prețul de cost au valori minime pentru același diametru de conductă.

De observat că aceasta reprezintă o coincidență, cazul general fiind constituit de nesuprapunerea celor doi indicatori pe același diametru de conductă.

În plus, din reprezentarea grafică se desprinde ca o concluzie generală avantajul economic al folosirii presiunilor de transport ridicate.

E. Concluzii

Autorul consideră relațiile finale (17, 18 și 19) ca suficiente și cuprinzătoare pentru analizarea sistematică a ipotezelor care trebuie luate în considerare.

Exactitatea rezultatelor este funcție numai de justețea evaluării indicatorilor considerați (investiții specifice, cheltuieli de exploatare specifice etc.).

Ca metodă de lucru în abordarea problemei, exemplificarea prezentată în capitolul D este concludentă. Extinderea ipotezelor considerate este funcție de gradul de eficiență urmărit în adoptarea soluției și de posibilitățile de achiziționare a materialului tubular și a echipamentului tehnologic în condițiile rezultate din calcule.

CRONICĂ

Rezoluţia Conferinţei pe ţară a inginerilor şi tehnicienilor

Conferinţa pe ţară a inginerilor şi tehnicienilor, întrunită în zilele de 19—21 mai a.c., a analizat contribuţia intelectualităţii tehnice la marile realizări obţinute de poporul nostru şi a stabilit sarcinile ce revin cadrelor tehnice pentru înfăptuirea, alături de toţi oamenii muncii, a programului de construire a societăţii socialiste multilateral dezvoltate, adoptat de Congresul al X-lea al Partidului Comunist Român.

Cu entuziasm, Conferinţa şi-a exprimat adeziunea deplină la ampla cuvîntare rostită de tovarăşul NICOLAE CEAUŞESCU, secretarul general al Partidului Comunist Român, preşedintele Consiliului de Stat, care, apreciind valoroasa participare a inginerilor, economiştilor, tehnicienilor şi a celorlalţi specialişti la construcţia socialistă a ţării, a trasat liniile directoare în desfăşurarea activităţii intelectualităţii tehnice, de promovare largă a progresului tehnic în toate domeniile, creşterea rolului şi răspunderii acesteia în viaţa economică şi socială a patriei noastre.

Intelectualitatea tehnică, prin reprezentanţii săi la Conferinţă, s-a angajat să transpună în fapte orientările de mare importanţă şi sarcinile concrete privind dezvoltarea activităţii de creaţie originală, aplicarea cu consecvenţă şi operativitate a cuceririlor ştiinţei şi tehnicii, valorificarea cu maximum de eficienţă a resurselor materiale şi a potenţialului uman, astfel încît, într-un timp cît mai scurt, România să ajungă la nivelul ţărilor dezvoltate.

Conferinţa a aprobat activitatea Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor.

Activitatea obştească a inginerilor şi tehnicienilor, desfăşurată sub conducerea organizaţiilor de partid, în cadrul şi sub îndrumarea sindicatelor, a contribuit la rezolvarea sarcinilor politice, economice şi sociale puse de partid în faţa poporului în etapa actuală a făuririi societăţii socialiste multilateral dezvoltate în patria noastră.

Consiliul Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor, îndrumat de Consiliul Central al Uniunii Generale a Sindicatelor, colaborînd cu comitetele uniunilor sindicatelor, pe ramuri, ministerele şi organele centrale de stat, a desfăşurat o activitate susţinută în vederea modernizării tehnicii şi organizării producţiei, perfecţionării pregătirii cadrelor, stimulării creaţiei tehnice originale şi afirmării ei peste hotare.

În activitatea comisiilor inginerilor şi tehnicienilor şi a C.N.I.T s-au manifestat şi unele neajunsuri. Criticile făcute în cadrul conferinţei în legătură cu neajunsurile privind activitatea economică din întreprinderi oglindesc şi slaba activitate a unor comisii ale inginerilor şi tehnicienilor. O lungă perioadă de timp multe comisii, atrăgînd un număr redus de cadre tehnice, au desfăşurat o activitate formală, limitată la preocupări minore. În mică măsură au fost antrenaţi în munca obştească economişti, tehnicieni, maiştri şi muncitori fruntaşi, precum şi cadrele tehnice din agricultură.

Biroul Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor nu a îndrumat şi sprijinit în suficientă măsură comisiile inginerilor şi tehnicienilor şi nu a urmărit aplicarea în producţie a concluziilor reieşite din acţiunile şi manifestările organizate împreună cu ministerele economice.

Conferinţa apreciază că sarcinile puse de Congresul al X-lea al partidului privind îndeplinirea planului cincinal pe perioada 1971—1975, de hotărîrile Comitetului Central al P.C.R. şi cuprinse în cuvîntarea tovarăşului Nicolae Ceauşescu, la deschidrea Conferinţei pe ţară a inginerilor şi tehnicienilor constituie un vast program de muncă pentru cadrele tehnico-inginereşti. Datoria patriotică fundamentală a intelectualităţii tehnice este de a milita permanent, cu devotament şi pasiune, sub conducerea organelor şi organizaţiilor de partid, pentru îndeplinirea ritmică a planului de stat în fiecare ramură a economiei naţionale, la toţi indicatorii, pentru valorificarea superioară a resurselor materiale şi a potenţialului uman, pentru ridicarea eficienţei întregii activităţi economice.

1. Înfăptuirea măreţelor obiective de dezvoltare a patriei noastre pune cu acuitate problema valorificării superioare a resurselor materiale şi a potenţialului uman. Pentru economia noastră, problema esenţială în actualul cincinal şi în cincinalele următoare este de a obţine o creştere substanţială a ponderii produselor cu un grad de prelucrare superioară, care înmagazinează o cantitate mai mare de muncă, de inteligenţă tehnică şi, în acelaşi timp, duc la un consum minim de materii prime şi materiale.

Pentru fiecare cadru tehnic *reducerea cheltuielilor materiale de producţie* în actualul cincinal constituie o sarcină de mare răspundere profesională. Reducerea consumurilor de materii prime, materiale, energie pe unitate de produs, prin stabilirea unor consumuri specifice pe baze ştiinţifice, respectarea proceselor tehnologice, introducerea şi generalizarea tehnologiilor moderne, reproiectarea unor produse, înlăturarea pierderilor tehnologice, folosirea deşeurilor şi înlocuitorilor etc., constituie un cîmp larg de afirmare a capacităţii profesionale a colectivelor de ingineri, tehnicieni şi a celorlalte cadre din fiecare întreprindere şi unitate economică. Sprijinite de sindicate, comisiile inginerilor şi tehnicienilor trebuie să organizeze dezbateri largi cu cadrele de ingineri, tehnicieni, economişti, maiştri şi muncitori fruntaşi, pentru a analiza costurile materiale de producţie în comparaţie cu realizările obţinute pe plan mondial, pentru a veni cu propuneri şi soluţii concrete în vederea unei judicioase folosiri a materiilor prime, materialelor, energiei, în scopul valorificării la un nivel superior a resurselor existente şi eliminării risipei de bunuri materiale.

2. Cadrele tehnice din toate ramurile economiei naţionale au datoria să se preocupe de *creşterea substanţială a productivităţii muncii, condiţie primordială* a sporirii avuţiei şi venitului naţional şi a ajungerii din urmă a ţărilor dezvoltate.

Ca organizatori ai producţiei şi ai muncii, inginerii, tehnicienii, toţi specialiştii, ajutaţi de comisiile inginerilor şi tehnicienilor sînt chemaţi să analizeze cum sînt folosite mijloacele de producţie, fondul de timp din fiecare întreprindere, secţie şi loc de muncă, să stabilească şi să aplice măsuri concrete care să ducă la folosirea integrală a timpului de lucru, mecanizarea şi automatizarea lucrărilor cu volum mare de muncă, reducerea pierderilor de timp datorită întreruperilor accidentale ale maşinior şi utilajelor.

3. În condiţiile revoluţiei ştiinţifice şi tehnice contemporane, intelectualitatea tehnică din ţara noastră trebuie să considere ca o îndatorire patriotică, de înaltă responsabilitate profesională, sarcina de a milita neobosit pentru *însuşirea şi aplicarea realizărilor actuale ale progresului tehnic*, pentru ridicarea rolului ştiinţei şi tehnicii româneşti în soluţionarea problemelor complexe pe care le ridică programul de dezvoltare rapidă ale economiei naţionale.

Comisiile inginerilor şi tehnicienilor să mobilizeze cadrele tehnice din institutele de cercetări, proiectări, institutele de învăţămînt superior, compartimentele de concepţie şi laboratoarele din uzine pentru realizarea în termen şi în condiţii de înaltă tehnicitate şi eficienţă economică a planurilor tehnice, a programelor de cercetare ştiinţifică şi de proiectare. Consiliul Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor prin secţiile sale de specialitate şi comisiile inginerilor şi tehnicienilor să acţioneze pentru conlucrarea strînsă şi creatoare între cadrele din cercetare, proiectare şi cele din întreprinderi în vederea scurtării perioadei pînă la aplicarea în producţie a rezultatelor cercetării şi modernizării proceselor din întreprindere.

Comisiile trebuie să considere ca o sarcină de onoare dezvoltarea mişcării de masă a inovatorilor şi inventatorilor, asigurarea asistenţei tehnice în rezolvarea propunerilor, aplicarea în producţie şi generalizarea inovaţiilor şi invenţiilor.

Consiliul Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor să analizeze periodic, împreună cu C.N.Ş.T., ministerele şi celelalte organe de stat, modul cum sînt aplicate rezultatele cercetării ştiinţifice,

invenţiile şi inovaţiile, să ia poziţie împotriva inerţiei care se manifestă în unele sectoare pentru aplicarea rapidă în producţie a acestora,

4. Munca de creaţie a inginerilor şi tehnicienilor poate fi materializată cu eficienţă pentru producţie în acţiunea de *autoutilare* a întreprinderilor, pentru conceperea şi realizarea de noi maşini şi utilaje, modernizarea celor existente, introducerea de dispozitive şi mecanisme de mare randament.

Comisiile inginerilor şi tehnicienilor, pe baza unor largi consultări cu cadrele tehnice şi muncitorii, trebuie să-şi sporească contribuţia la elaborarea şi aplicarea unor programe cuprinzătoare de autoutilare; să determine conducerile întreprinderilor să asigure o documentare corespunzătoare asupra celor mai noi tipuri de maşini existente pe plan mondial; să militeze pentru adoptarea unor soluţii de maximă eficienţă, care să asigure înzestrarea tehnică superioară a unităţilor şi reducerea necesităţilor din import.

5. Un domeniu important în care sînt chemate să-şi aducă o contribuţie sporită cadrele tehnice îl constituie perfecţionarea continuă a *organizării producţiei şi a muncii.*

Inginerii şi tehnicienii, ceilalţi specialişti din întreprinderi, sînt chemaţi să participe la identificarea şi valorificarea rezervelor din întreprinderi în vederea optimizării folosirii mijloacelor tehnice şi a forţei de muncă.

Rezerve importante există în întreprinderi în domeniul conducerii şi planificării producţiei, aprovizionării tehnico-materiale, programării producţiei, raţionalizării fluxurilor de fabricaţie, folosirii depline a capacităţilor de producţie şi a forţei de muncă ş.a.

C.N.I.T. şi comisiile inginerilor şi tehnicienilor au îndatorirea de a contribui la folosirea completă a mijloacelor moderne de prelucrare automată a datelor şi de a sprijini pregătirea cadrelor destinate să lucreze în unităţile şi centrele de calcul.

6. Una din principalele sarcini ce revin cadrelor tehnice o constituie ridicarea gradului de utilizare a maşinilor, utilajelor şi instalaţiilor.

Chemarea adresată în Conferinţa pe ţară a cadrelor de conducere din întreprinderi, centrale industriale şi de construcţii *„Nici o maşină şi nici un utilaj sub randamentul planificat, nici un minut nelucrat"*, trebuie considerată ca o îndatorire fundamentală pentru fiecare inginer şi tehnician.

C.N.I.T. şi comisiile inginerilor şi tehnicienilor trebuie să-şi aducă o contribuţie efectivă la găsirea şi aplicarea unor măsuri pentru o mai bună încărcare a maşinilor, instalaţiilor şi agregatelor, îmbunătăţirea activităţii sectoarelor de sculărie, întreţinere şi reparare a utilajelor şi maşinilor, creşterea coeficientului de schimburi prin generalizarea schimbului II şi extinderea schimbului III, asigurarea asistenţei tehnice corespunzătoare, valorificarea mai deplină a forţei de muncă şi a timpului de lucru.

7. Realizarea unor produse de înalt *nivel calitativ, cu caracteristici tehnice şi funcţionale superioare,* trebuie să constituie o datorie de cinste, de mîndrie profesională a fiecărui inginer, tehnician şi muncitor din toate întreprinderile. Comisiile inginerilor şi tehnicienilor trebuie să-şi aducă contribuţia la înnoirea şi modernizarea producţiei, perfecţionarea tehnicilor şi tehnologiilor de fabricaţie, realizarea unor produse de înalt nivel calitativ în toate ramurile, competitive pe piaţa internă şi externă, care să asigure o valorificare superioară a resurselor materiale ale ţării.

Ţinînd seama de răspunderea cadrelor tehnice în organizarea controlului de calitate, comisiile vor trebui să desfăşoare o vastă muncă educativă de întărire a răspunderii personale faţă de calitatea produselor realizate, de extindere a autocontrolului.

În industria bunurilor de consum, comisiile inginerilor şi tehnicienilor au datoria să acţioneze în principal pentru perfecţionarea tehnologiilor, diversificarea produselor şi întărirea controlului de calitate.

C.N.I.T., comisiile judeţene ale inginerilor şi tehnicienilor şi comisiile inginerilor şi tehnicienilor din întreprinderi sînt chemate să organizeze, împreună cu Inspectoratul de stat al calităţii şi alte organe de stat centrale şi locale, dezbateri, schimburi de experienţă, consfătuiri şi alte acţiuni în scopul îmbunătăţirii calităţii produselor, să participe activ la organizarea controlului obştesc pentru calitate, manifestînd o maximă exigenţă în respectarea cu stricteţe în toate fazele de fabricaţie a disciplinei tehnologice.

8. Organizarea modernă a producţiei şi muncii presupune şi asigurarea unor măsuri tehnice şi organizatorice care să garanteze condiţii corespunzătoare de *protecţie a muncii şi educarea salariaţilor în spiritul respectării stricte a normelor de tehnica securităţii şi igiena muncii.* Comisiilor inginerilor şi tehnicienilor le revine îndatorirea să determine cadrele tehnice ca la fiecare loc de muncă, în fiecare secţie să fie luate cele mai eficace măsuri care să evite accidentele de muncă şi îmbolnăvirile profesionale. Comisiile să acţioneze pentru eliminarea zgomotelor şi vibraţiilor, asigurarea unei ventilaţii şi a unui iluminat igienic, combaterea poluării aerului şi apelor în interiorul şi în afara întreprinderilor, reducerea efortului fizic ş.a., astfel încît oamenii muncii să beneficieze de cele mai bune condiţii de muncă şi viaţă.

9. Conferinţa consideră că sarcini de răspundere revin inginerilor, tehnicienilor şi celorlalte categorii de salariaţi din întreprinderile de *construcţii-montaj, institute de cercetări şi proiectări* şi din unităţile care realizează utilaje tehnologice, pentru realizarea la termen şi la un nivel tehnic şi calitativ superior a investiţiilor, pentru creşterea substanţială a eficienţei lor.

Comisiile inginerilor şi tehnicienilor din unităţile de construcţii şi montaj sînt chemate să-şi aducă o contribuţie concretă la luarea tuturor măsurilor pentru pregătirea temeinică a lucrărilor de investiţii, accelerarea ritmului de execuţie a construcţiilor, darea în termen în funcţiune a capacităţilor de producţie la parametrii proiectaţi.

Comisiile inginerilor şi tehnicienilor din unităţile de construcţii, din institutele de proiectare şi cercetare, să antreneze pe fiecare inginer şi tehnician la reducerea costului lucrărilor executate, extinderea folosirii proiectelor tip, pentru soluţii constructive simple, moderne, cu structuri uşoare şi economice, pentru dimensionarea construcţiilor la strictul necesar, sporirea gradului de industrializare a tuturor construcţiilor, folosirea pe scară largă a prefabricatelor şi mecanizarea lucrărilor, eliminarea finisajelor inutile.

10. Conferinţa cere ca inginerii şi tehnicienii din *agricultura* patriei noastre să-şi aducă întreaga lor contribuţie la creşterea în ritm susţinut a producţiei agricole prin raionarea corespunzătoare a culturilor, asigurarea seminţelor de înaltă productivitate, executarea la timp şi în bune condiţii a tuturor lucrărilor agricole, obţinerea de producţii legumicole ridicate ş.a. În acelaşi timp o atenţie deosebită trebuie acordată însăptuirii programului naţional de dezvoltare a zootehniei, creşterii efectivelor şi ameliorării raselor de animale. Cadrele tehnice din agricultură au datoria să se ocupe mai mult de realizarea programului de irigaţii şi îmbunătăţiri funciare, organizarea corespunzătoare a exploatării suprafeţelor irigate.

Conferinţa cere Consiliului Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor, Uniunii sindicatelor din agricultură şi consiliilor judeţene ale sindicatelor să constituie comisii ale inginerilor şi tehnicienilor în unităţile agricole socialiste, pentru a cuprinde în munca obştească totalitatea cadrelor tehnice din agricultură.

11. Realizarea cu succes a problemelor complexe pe care le pune promovarea progresului tehnic, modernizarea economiei naţionale, aplicarea realizărilor ştiinţei şi tehnicii mondiale, impun o participare mai activă a comisiilor inginerilor şi tehnicienilor, a Consiliului Naţional, la acţiunea de *ridicare a pregătirii şi perfecţionării profesionale* a fiecărui cadru tehnic, a muncitorilor, a tuturor salariaţilor.

Comisiile inginerilor şi tehnicienilor sînt chemate să participe la elaborarea programelor şi a tematicilor prevăzute de legea privind perfecţionarea pregătirii profesionale şi să dezvolte o activitate de perfecţionare a cadrelor corelată cu cea desfăşurată de organizaţiile socialiste. C.N.I.T. şi comisiile judeţene ale inginerilor şi tehnicienilor trebuie să ajute mai mult activitatea comisiilor din întreprinderi pentru a contribui la îmbunătăţirea planurilor de propagandă tehnică, generalizînd experienţa unor comisii privind organizarea de lectorate, dezbateri, sesiuni tehnico-ştiinţifice pe specialităţi etc., în sprijinul informării cadrelor tehnice şi a muncitorilor cu realizările obţinute pe plan naţional şi internaţional.

Împreună cu ministerele, C.N.I.T. să sprijine comitetele de redacţie ale revistelor tehnice în vederea îmbunătăţirii conţinutului acestora şi a abordării celor mai stringente probleme cu care sînt confruntate întreprinderile şi ramurile de producţie, pentru generalizarea experienţei valoroase, pentru asigurarea unei informări şi documentări operative în concordanţă cu realizările şi noutăţile tehnice din ţară şi de peste hotare.

Prin funcţiile de conducere pe care le ocupă în procesul de producţie, cadrele tehnice

sînt chemate să militeze pentru înfăptuirea politicii partidului nostru, aducîndu-şi contribuţia la activitatea de ridicare a nivelului politic şi ideologic, de creştere a conştiinţei socialiste a fiecărui salariat, la aplicarea vastului program de activitate pe tărîm ideologic izvorît din documentele plenarei C.C. al P.C.R. din 3—5 noiembrie 1971.

12. *Îmbunătăţirea continuă a activităţii comisiilor inginerilor şi tehnicienilor şi a C.N.I.T.* cu masa largă a cadrelor tehnice, sub îndrumarea sindicatelor, contribuie la înfăptuirea măsurilor stabilite de partid privind perfecţionarea relaţiilor de producţie, pe linia dezvoltării democraţiei socialiste, de participare activă, în strînsă unitate cu clasa muncitoare, a tuturor categoriilor de oameni ai muncii.

Centrul de greutate al activităţii obşteşti a inginerilor şi tehnicienilor urmează să fie în întreprinderi şi instituţii.

Fiecare comisie a inginerilor şi tehnicienilor trebuie să manifeste maximum de iniţiativă şi spirit de răspundere în stabilirea şi realizarea obiectivelor, în jurul cărora să atragă cadrele tehnice şi ceilalţi specialişti, astfel încît activitatea să fie axată pe problemele esenţiale ale producţiei. Toate problemele importante ce preocupă cadrele tehnice să fie în atenţia permanentă a comisiilor inginerilor şi tehnicienilor, care să urmărească ca tot ceea ce se propune pentru perfecţionarea producţiei şi organizarea muncii să fie valorificat de comitetele sindicatelor şi în activitatea de decizie a comitetelor oamenilor muncii. În întreaga lor muncă, comisiile inginerilor şi tehnicienilor să conlucreze strîns cu organizaţiile U.T.C., cu celelalte comisii ale organizaţiilor de partid şi sindicale.

Comisiile judeţene ale inginerilor şi tehnicienilor, prin atragerea celor mai competente cadre din judeţ, să devină foruri cu autoritate tehnică, sprijin de nădejde pentru organele de conducere locale.

Comisiile trebuie să organizeze generalizarea experienţei pozitive din activitatea comisiilor inginerilor şi tehnicienilor din întreprinderi, să organizeze acţiuni eficiente care să contribuie la sprijinirea schimbului de informaţii tehnice, de experienţă, între cadrele tehnice de aceeaşi specialitate.

C.N.I.T. trebuie să devină un înalt for obştesc de dezbatere a problemelor fundamentale ale progresului tehnic şi organizării ştiinţifice a producţiei, de atragere a cadrelor tehnice la înfăptuirea exemplară a hotărîrilor partidului şi guvernului cu privire la perfecţionarea activităţii în întreaga economie.

C.N.I.T. şi comisiile inginerilor şi tehnicienilor să participe la acţiunea de analiză a modului cum sînt folosite cadrele tehnico-inginereşti în vederea elaborării de criterii pentru folosirea mai raţională a tuturor forţelor tehnico-ştiinţifice, în folosul întăririi activităţii de producţie şi concepţie.

13. Apreciind oportunitatea constituirii în cadrul C.N.I.T. a Colegiului pentru problemele eticii profesionale, conferinţa cere ca el să militeze pentru creşterea prestigiului profesiunii de inginer şi tehnician, pentru crearea unei opinii de masă în rîndul cadrelor tehnice în favoarea unei înalte ţinute morale, de prevenire şi eliminare a atitudinilor care nu se încadrează în normele eticii profesionale şi socialiste.

14. Conferinţa pe ţară a inginerilor şi tehnicienilor a examinat *activitatea internaţională* desfăşurată de C.N.I.T. şi a stabilit ca şi în viitor acesta să aplice în relaţiile cu organizaţiile tehnico-ştiinţifice naţionale şi internaţionale principiile politicii externe a Partidului Comunist Româna şi guvernului, de largă co'aborare şi cooperare tehnico-ştiinţifică pe baza respectării independenţei şi suveranităţii naţionale, egalităţii în drepturi, neamestecului în treburile interne şi avantajului reciproc.

Consiliul Naţional al Inginerilor şi Tehnicienilor să dezvolte legăturile cu asociaţiile de ingineri şi tehnicieni din toate ţările socialiste, cu societăţile naţionale din celelalte ţări dezvoltate sau în curs de dezvoltare, bazate pe principiile cooperării, schimbului de opinii, de experienţă şi de informaţii, a avantajului reciproc şi a neimixtiunii în problemele interne ale fiecărei organizaţii.

Consiliul Naţional să-şi aducă în continuare contribuţia efectivă la activitatea organizaţiilor tehnico-ştiinţifice internaţionale la care este afiliat, pentru a folosi în mai mare măsură concluziile manifestărilor la care participă şi să se afilieze la acele organizaţii internaţionale a căror activitate prezintă interes pentru ţara noastră.

Conferinţa exprimă întreaga adeziune a cadrelor tehnice faţă de politica externă a partidului şi guvernului, întemeiată pe dezvoltarea relaţiilor de prietenie şi colaborare cu ţările socialiste, de extindere a cooperării multilaterale cu toat estatele, indiferent de orînduirea lor politică şi socială, bazată pe principiile respectării independenţei şi suveranităţii naţionale, egalităţii în drepturi, neamestecului în treburile interne şi avantajului reciproc. Intelectualitatea tehnică susţine poziţia adoptată de partidul şi statul nostru, de întregul popor, pentru încetarea războiului dus de Statele Unite ale Americii în Vietnam, pentru condamnarea noilor acte de escaladare a războiului de către imperialismul american împotriva R.D. Vietnam, pentru retragerea totală a forţelor Statelor Unite ale Americii din Indochina, pentru reglementarea conflictului din Orientul Apropiat în sprijinul Rezoluţiei Consiliului de Securitate din noiembrie 1967, organizarea în cel mai scurt timp a Conferinţei general-europene, consacrată securităţii şi colaborării, pentru adoptarea de măsuri practice în domeniul dezarmării generale, în special al celei nucleare.

Cadrele tehnice din întreprinderi, institute de cercetare, proiectare, învăţămînt sînt chemate să contribuie activ la traducerea în viaţă a tuturor acordurilor şi înţelegerilor convenite cu ţările africane vizitate recent de delegaţia ţării noastre în frunte cu Secretarul general al partidului, tovarăşul NICOLAE CEAUŞESCU, privind dezvoltarea cooperării în domeniul minier, geologic, forestier, agricol, în pregătirea cadrelor pentru aceste ţări şi în acordarea asistenţei tehnice.

★

Participanţii la conferinţă exprimă hotărîrea şi angajamentul unanim al cadrelor tehnice, însufleţite de ideile socialismului şi de dragoste nemărginită faţă de patrie, de a-şi aduce cu devotament şi abnegaţie o contribuţie tot mai mare la valorificarea superioară a tuturor resurselor ţării, la utilizarea intensivă a întregului potenţial de producţie al economiei noastre socialiste.

Inginerii şi tehnicienii din ţara noastră întîmpină Conferinţa Naţională a Partidului — moment important pentru perfecţionarea în continuare a conducerii şi organizării societăţii socialiste — şi a XXV-a aniversare a proclamării Republicii cu nemărginit entuziasm şi hotărîre de a obţine noi şi importante succese în muncă. Ei se angajează să-şi consacre întreaga energie şi capacitate creatoare cauzei supreme a partidului, înfloririi vieţii materiale şi spirituale a celor ce muncesc în scumpa noastră patrie, România socialistă.

REALIZĂRI DIN INDUSTRIE

Țițeiul își sporește valoarea

În cadrul procesului de producție al rafinăriei de la Brazi, unde se prelucrează peste un sfert din producția de țiței a României, au fost efectuate o serie de perfecționări tehnico-științifice menite să contribuie la valorificarea superioară a țițeiului. Printre altele, a fost generalizat sistemul automat de alimentare cu materie primă a instalațiilor, ceea ce a avut ca efect micșorarea cu aproape 90 la sută a pierderilor de țiței. Importante îmbunătățiri tehnico-științifice au fost aplicate și în domeniul proceselor de fabricație a hidrocarburilor aromatice și al procedeului de hidrofinare a uleiurilor minerale. Ca urmare a acestor perfecționări valoarea produselor obținute dintr-o tonă de țiței prelucrat a sporit cu 20 la sută.

Contribuții active la valorificarea superioară a țițeiului

Ca urmare a eforturilor depuse de inginerii și tehnicienii rafinăriei Ploiești aici s-a reușit ca toate instalațiile tehnologice să atingă cu aproape nouă luni de zile înainte de termen parametrii proiectați. Au fost stabilite condiții de exploatare a instalației de fracționare a gazolinei pentru obținerea de noi materii prime necesare petrochimiei; s-a îmbunătățit tehnologia de neutralizare și uscare a motorinelor și s-au aplicat, pentru prima dată în rafinărie, tratamente cu substanțe pentru inhibarea depunerilor de cocs pe echipamentul tubular al instalațiilor. Succese s-au obținut și în domeniul perfecționării continue a pregătirii profesionale a colectivului rafinăriei, a autoutilării și realizării în propriile ateliere a unor piese de schimb ce se importau.

În direcția organizării științifice a producției și a muncii s-au elaborat anul trecut aproape 50 de studii din care se află acum în curs de aplicare numeroase măsuri menite să aducă o eficiență economică de peste 2 mil lei.

Îmbunătățirea regimului de funcționare a instalațiilor

O preocupare importantă a colectivului de muncă de la rafinăria Teleajen este aplicarea unor măsuri de îmbunătățire a regimului tehnic al instalațiilor. În această direcție, a fost optimizat regimul tehnologic al instalațiilor de deparafinare I și II, prin mărirea cu 500 m² a suprafeței de condensare.

Măsura realizată prin reactivarea unor utilaje existente în rafinărie, va permite, pe lîngă funcționarea instalațiilor la parametri tehnologici superiori și obținerea unor importante economii de combustibili și aburi.

DOCUMENTARE

***Evoluția producției mondiale de țiței. În : Techniques, **27**, nr. 293, 1972, p. 9

În anul 1971 producția mondială de țiței a crescut cu 5,5 %, față de anul 1970, aproximativ aceeași rată de creștere ca și în anul anterior.

Pe zonele mari de producție creșterea cea mai importantă este în Orientul Mijlociu + 15,4 %. O singură zonă — țările din America Latină — înregistrează o scădere de 3,3 %.

Între țări în afară de Australia care are o producție relativ mică, creșterea procentuală cea mai mare o prezintă Nigeria 38,5 %, în timp ce în zona Africa, Algeria și Libia acuză scăderi procentuale importante.

Țările socialiste au o rată de creștere mai ridicată decît media mondială, cea mai mare fiind în China + 15 %.

Producția mondială de țiței
(mii tone)

Țara	1969	1970	1971	% 1971 — —1970	1971 din total
1	2	3	4	5	6
America de Nord					
Statele Unite	510 411	533 677	532 000	—0,3	
Canada	62 059	69 954	75 500	+7,9	
	572 470	603 631	607 500	+0,6	24,6
America Latină					
Venezuela	187 413	193 209	184 000	—4,8	
Mexico	21 067	21 877	21 500	—1,7	
Argentina	18 132	19 969	21 500	+7,7	
Columbia	10 660	11 071	11 000		
Brazilia	8 340	8 009	8 200		
Trinidad	8 126	7 225	6 700		
Alte țări	7 334	6 389	6 650		
	261 072	267 749	259 550	—3,3	10,6
Orientul Mijlociu					
Iran	168 235	191 663	227 000	+18,4	
Arabia Saudită	148 839	176 851	222 000	+25,5	
Kuwait	129 549	137 397	145 000	+ 5,5	
Irak	74 700	76 600	83 000	+ 8,4	
Abu Dhabi	28 761	33 288	44 500	+33,7	
Zona Neutră	23 502	26 724	26 400	— 1,2	
Alte țări	49 474	71 358	75 820		
	663 060	713 881	823 720	+15,4	33,4
Africa					
Libia	149 084	159 201	132 000	—17,1	
Nigeria	26 627	53 420	74 000	+38,5	
Algeria	43 824	47 253	36 500	—22,8	
Alte țări	11 277	14 723	16 425		
	230 812	274 597	258 925	— 5,7	10,5
Europa occidentală					
R.F. a Germaniei	7 876	7 536	7 410		
Austria	2 758	2 798	2 400		
Franța	2 497	2 308	1 880		
Olanda	2 022	1 919	1 780		
Italia	1 479	1 408	1 300		
Alte țări	269	240	570		
	16 901	16 209	15 340	— 5,4	0,6
Extremul Orient					
Indonezia	36 620	42 102	44 000	+ 4,5	
Australia	2 010	8 292	14 225	+71,5	
Alte țări	15 375	16 660	19 290		
	54 005	67 054	77 515	+15,6	3,2
Europa Orientală și China					
U.R.S.S.	328 648	352 667	378 000	+ 7,2	
România	13 246	13 377	13 750	+ 2,8	
China	14 000	20 000	23 000	+15,0	
Alte țări	6 537	7 011	7 420		
	362 431	393 055	422 170	+7,4	17,1
Total mondial	2 130 751	2 336 176	2 464 720	+5,5	100,0

Onoprienko, V. I. **Orientările principale în cercetările metodologice ale geologiei.** În: Gheologhiceskii jurnal, **32**, nr. 2, mart. — apr. 1972, p. 3.

Printre orientările principale ale lucrărilor metodologice în geologie se citează următoarele: problemele filozofice ale geologiei; problemele de organizare a cercetărilor geologice și de interdependență între teorie și practică; fundamentarea științifică a metodelor de cercetare; problema perfecționării limbii geologice; structura și specificul teoriei geologice și elaborarea metodologiei pentru fiecare concepție geologică în parte; matematizarea și formularea științei geologice; analizarea specificului modelării geologice; problemele de metodologie în clasificările geologice; problematica istorico-geologică.

Postaș S. A. ș.a. **Influența tratării fluidelor de foraj cu adaosuri lubrifiante asupra uzurii armării sapelor.** In: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **52**, nr. 2, febr. 1972, p. 17.

Pentru a lămuri procesul intim al influenței fluidelor de foraj asupra uzurii armării sapelor se prezintă metoda prin care se pot estima separat proprietățile lubrifiante și de răcire a fluidelor de foraj. Cu ajutorul acestei metode se arată, că prin tratarea cu adaosul de petrolatum SMAD 1 fluidul de foraj prezintă proprietăți lubrifiante mult îmbunătățite odată cu înrăutățirea celor de răcire. Prin tratarea cu acizi grași saponificabili (AGS) proprietățile lubrifiante ale fluidului de foraj, de asemenea se îmbunătățesc, dar în același timp, într-un grad și mai ridicat cresc proprietățile sale de răcire, ceea ce este deosebit de important pentru reducerea uzurii dinților sapei, a căror temperaturi poate să ajungă în timpul acționării pe talpă la 800 ... 1000°C.

***Cimentarea stratelor de țiței inundate cu apă fără a se mișca țevile de extracție.** În: Ingenieria Petrolera, **11**, nr. 9, sept. 1971.

Se face o analiză a experiențelor obținute în districtul Paza Rica la repararea sondelor fără mișcarea țevilor de extracție, la sonde de țiței ce au fost invadate de apa sărată. Soluția imaginată are ca principiu fundamental utilizarea cimentului în suspensie uleioasă care face priză numai în contact cu apa în formațiune. Această suspensie necesită un aditiv pentru a obține și o substanță tensioactivă care imprimă proprietăți hidrofobe amestecului pentru a putea injecta o cantitate cît mai mare în formațiunea saturată cu apă, înainte de a se începe priza.

Acest amestec trebuie pompat între două dopuri de motorină sau petrol evitîndu-se contactul cu mediul apos.

Cînd în timpul operației se ajunge la presiunea maximă recomandată, excesul de amestec este eliminat prin circulație.

***Efectul raportului permeabilităților relative în prevederea comportării unui zăcămînt în regim de gaze dizolvate.** În: Ingineria Petrolera **11**, nr, 10, oct. 1971.

Autorii ajung la următoarele concluzii:

1. Recuperarea finală de țiței, exprimată ca o fracțiune din volumul inițial este foarte sensibilă la raportul între permeabilitatea relativă, pentru gaz și pentru țiței.

2. Domeniul de variație a recuperării finale este de 15 — — 30% din volumul inițial, la o presiune de abandonare de 20 kgf/cm².

3. Există o interacțiune sigură între raportul gaze/țiței și recuperare în sensul că dacă raportul are tendința să crească repede, recuperarea tinde să se micșoreze, în alt caz dacă aceasta crește încet, recuperarea tinde să crească.

4. Inginerul trebuie să fie foarte atent la alegerea ecuației de permeabilități relative pe care le va utiliza în calculul de prevedere selecționînd cu grijă pe cele care consideră că se potrivesc mai bine la zăcămîntul studiat.

5. La zăcămintele în regim de gaze dizolvate pentru aplicarea celor mai bune prospecte de sisteme de recuperare secundară este extrem de important de a ști cantitatea de țiței ce se va recupera în faza de exploatare primară a zăcămîntului.

Gulizade, N. P. ș.a. **Specificul devierii sondelor și criteriile stabilizării unghiului de înclinare.** In: Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 3, mart. 1972, p. 1.

Pentru analizarea acțiunii diferitelor componente ale părții de jos a garniturii de foraj asupra devierii găurii de sondă, în lucrare se folosește un model spațial ajungîndu-se la următoarele concluzii:

— forma de deviere a intervalului de gaură săpată influențează în mod firesc asupra continuării devierii;

— unghiul de așezare a dispozitivului de deviere se modifică în cursul forajului; ritmul lui de variație depinde de diferența dintre diametrele sapei și turbinei;

— asupra caracterului devierii găurii influențează capacitatea diferită de dislocare a sapei cu suprafețele sale frontală și laterală, determinată prin coeficientul acestei capacități de dislocare;

— coeficientul capacității de dislocare se poate determina prelucrînd statistic datele de schelă, conform relațiilor prezentate în lucrare.

Preamov, P. A. **Utilizarea metodelor acustice pentru controlul exploatării zăcămintelor de țiței.** În: Neftepromîslovoe delo, nr. 1, ian. 1972, p. 35.

În lucrare se examinează posibilitățile aplicării metodelor acustice pentru controlul exploatării zăcămintelor de țiței. Se face descrierea aparatului și se prezintă datele încercării acestui aparat, înregistrate pe model și la sondă.

***Cracarea directă a fracțiunilor grele prin procedeul Kellogg Phillips- HOC.** În: Pétrole informations nr. 1 224, 1972.

Fără a fi tratate anterior, reziduurile fracțiunilor grele ale unităților de distilare atmosferică sau sub vid pot da benzine cu un indice octanic ridicat, ceea ce permite eliminarea hidrocracării ca și cocsificarea reziduurilor. Acest rezultat se obține prin folosirea procedeului elaborat de Kellogg — Phillips denumit HOC (Heavy Oil Cracking), într-o unitate de 25 000 barilè/zi a rafinăriei societății Phillips de la Borger (Texas) unde se obține în acest mod transformarea a 80% din reziduuri. Acest procedeu acționează ca o cracare catalitică fluidă asupra fracțiunilor de motorină și asupra reziduurilor și ca un generator de vapori asupra fracțiunilor necracate, realizînd o economie importantă de energie.

Prin folosirea acestui procedeu se poate rezolva problema extragerii benzinelor cu indice octanic ridicat din reziduuri sulfuroase.

Prin procedeul HOC reziduurile se transformă în benzine sau olefine ușoare; producîndu-se puțină motorină se evită problema desulfurării.

În afară de aceasta se pot produce cantități mari de abur, ceea ce reduce nevoile energetice ale rafinăriilor.

G. Battilana, P. Maillot, J. P. Michaux. **Procesul selectiv de rafinare cu hidrogen a macro — și microparafinelor și a uleiurilor industriale.** În: La Revista dei Combustibili, **XXVI**, nr. 2, febr. 1972, p. 47.

„Compagnie Française de Raffinage" a pus în funcțiune din iunie 1970 la rafinăria Aquila din Triest prima unitate comercială cu o capacitate anuală de 16 000 t, care folosește un proces selectiv de rafinare cu hidrogen la tratarea parafinelor macro — și microcristaline pentru scopuri alimentare, a parafinelor și uleiurilor industriale și a extractelor aromate.

Procesul este foarte flexibil și poate substitui diversele tratamente convenționale uzinale (cu acid sulfuric, pămînturi active etc.). Noul procedeu selectiv de rafinare cu hidrogen reprezintă un progres tehnic. Produsele obținute au caracteristicile dorite privind culoarea, stabilitatea culorii, mirosul, curgerea etc. Costurile de fabricație s-au redus cu 20 — 30 %. Instalația este simplă. Încărcătura și gazele bogate în hidrogen (gaze de la reformarea catalitică) se amestecă, se încălzesc și se introduc într-un reactor cu pat catalizator. Efluentul reactorului este trecut într-un separator pentru a elimina excesul gazelor bogate în hidrogen; de aici intră într-un striper în două trepte, unde este deshidratat, iar produsul final înmagazinat.

Abasov, M. T. ș.a. **Cercetarea experimentală pentru determinarea recuperării gazelor din strate.** În: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **52**, nr. 2 febr. 1972, p. 22.

Se prezintă rezultatele determinării pe cale experimentală a coeficientului de recuperare a gazelor din strat, prin împingerea lor cu apă, în cadrul regimului de exploatare prin epuizare a zăcămîntului (62,5 ... 250 at).

În condițiile experiențelor efectuate , independent de presiunea inițială, coeficientul de recuperare a gazelor, la scăderea presiunii pînă la cea atmosferică, ajunge practic pînă la 0,9 ... 1,0.

În cazul împingerii cu apă a gazelor din modelele liniare de strat, aflate la presiuni inițiale de 50 ... 450 at și cuprinzînd apă de strat coeficientul de recuperare a gazelor depinde de valoarea presiunii inițiale; el se micșorează pe măsura creșterii acesteia din urmă, variind ca mărime, în limitele cuprinse între 0,81 și 0,61. Gazele extrase din modelul stratului corespund în general perioadei de exploatare fără apă de strat. În perioada de exploatare cu apă, recuperarea este neînsemnată. La încetarea ieșirii gazelor din model, în perioada cu apă, gazele rămase în porii stratului se pot extrage prin reducerea presiunii de strat.

***Livrări de gaze naturale din URSS pentru ČSR. În: La Revista Italiana del Petrolio, **40**, nr. 1, ian. 1972, p. 18.

Zăcămintele de gaze naturale din ČSR sînt foarte restrînse. În 1964 producția realizată a fost de 1,77 miliarde m³ și rezervele cunoscute se estimau la 15 — 20 miliarde m³. Necesarul de gaze în 1971 a fost de 3 miliarde m³, deci cu mult peste posibilitățile de acoperire cu producția internă de gaze naturale și gaze din distilarea cărbunelui. Diferența pînă la satisfacerea necesarului se acoperă cu livrările de gaze naturale din URSS pe conducta de 28 in intrată în funcțiune din anul 1966.

La nivelul anului 1975 necesarul de gaze naturale în ČSR va crește foarte mult, dar pînă atunci se prevede realizarea unei conducte noi pe un traseu de circa 570 km între Ucraina și Bratislava, care să aibă o capacitate de transport anuală de 5,3 miliarde m³. Rămîne însă deschisă eventualitatea racordării la conducta magistrală de tranzit pentru transportul gazelor naturale din URSS în R.F a Germaniei, Austria și Italia.

***Prima instalație din Europa pentru lichefierea și stocarea gazelor naturale. În: La Revista Italiana del Petrolio, **40**, nr. 1, ian. 1972, p. 20.

Recent a intrat în funcțiune la Glenmavis — Scoția prima instalație din Europa pentru lichefierea și stocarea gazelor naturale, provenind de la exploatările pe Marea Nordului. Instalația are o capacitate zilnică de 100 t. Rezervorul de stocare este construit din tablă de oțel aliat cu 9% Ni are un diametru de 46 m și o capacitate de stocare de gaze lichefiate echivalentă cu 28 mil. m³ de gaze, ceea ce ar corespunde la uu număr de 400 gazometre de mărime mijlocie. Rezervorul poate acoperi necesarul de gaze pe patru zile pentru Scoția și nordul Angliei.

Această instalație, ce a fost construită pentru GAS COUNCIL, este prima dintr-o serie de asemenea instalații de lichefiere a gazelor prevăzute să fie legate la rețeaua de distribuție din Anglia. Un alt depozit de stocare cu două rezervoare de aceeași capacitate se va construi în curînd la Partington/Chechire.

***Australia caută noi zăcăminte de hidrocarburi. In: Techniques, **26**, nr. 292, dec. 1971.

Pînă în prezent Australia este mai bogată în gaz natural decît se credea, dar cercetările pentru petrol lîncezesc din cauza absenței de descoperiri importante. Rezervele de gaze inventariate pînă în prezent depășesc 400 miliarde m³, dar exploatările în curs au pus în evidență alte zăcăminte considerabile.

Prospecțiunea cea mai intensă este în Cooper Basin în extremitatea de nord-est a Australiei meridionale. De aici o conductă lungă de 1 300 km va aduce gazul la Sydney. Aici s-a găsit și petrol la Patchawara, unde patru sonde au debitat 430 t/zi și producția s-ar putea ridica la 7 000 t/zi.

Atenția este însă reținută de platforma continentală (șelful) de nord-vest, unde structura geologică ar indica posibilități mari pentru descoperirea de hidrocarburi. Trei sonde au produs gaze cu un debit de peste 500 000 m³/zi la Scott Reef. Mai la nord s-au găsit gaze și în golful Bonaparte. La extremitatea sudică s-a reluat exploatarea în strîmtoarea Bass, unde producția este în prezent de 47 000 t/zi.

Unul dintre cele mai mari depozite de gaz natural se află în teritoriul de nord, la Palm Valley, și s-ar întinde pe o lungime de 32 km și o lățime de 8 km. Rezervele ar fi de 140 — — 280 miliarde m³. Sonda nr. 2 a produs 1 951 000 m³/zi gaze, constituind recordul pentru Australia.

La 160 km spre vest se află un alt zăcămînt de hidrocarburi, Merceenie, reprezentînd aproximativ 43 mil. t țiței și 14 miliarde m³ gaze. În prezent producția australiană de petrol brut acoperă 70% din necesitățile țării.

***Australia țara producătoare de gaze naturale. In: Pétrole informations, nr. 1 223, 1972.

În urma descoperirilor recente efectuate, rezervele de petrol recuperabile din Australia au fost estimate la începutul acestui an la 1854 mil. barile, față de 1750 mil. barile la începutul anului 1971. Aceste noi cifre țin seamă pe de o parte de descoperirea zăcămîntului de la Tirrawarra, în Australia de sud, ale cărui rezerve sînt estimate la 200 mil. barile, de mărirea estimării zăcămîntului Tuna în strîmtoarea lui Bass, evaluată în prezent la 84 mil. barile față de 70 anterior, iar pe de altă parte de reducerea cu o treime a rezervelor din insulele Barrow în Australia occidentală și de faptul că zăcămintele din Queensland-ul de sud nu mai reprezintă decît 4 mil. barile după 8 ani de exploatare.

Începînd din 1968, în urma cercetărilor întreprinse pe scară largă, s-au descoperit numeroase zăcăminte de gaze naturale. Astfel, s-au descoperit zăcămîntul de la Barraenta în strîmtoarea lui Bass care conține 1 800 miliarde picioare cubice și zăcămîntul de la Merlin cu 3 500 miliarde picioare cubice. Gazele naturale din aceste zăcăminte sînt exploatate cu ajutorul a două platforme și a două conducte submarine care ajung la Duston, la uzina care alimentează orașul Melbourne.

Bisbane (Queensland) este primul oraș care din anul 1969 utilizează gazele naturale, fiind aprovizionat din zăcămîntul de la Roma. După ce gazele din acest zăcămînt au fost epuizate, au intrat în producție zăcămîntul de la Rolleston la 140 mile la nord de Roma (rezerve 33 miliarde picioare cubice) și cel de la Gilmore la 280 mile de Roma (rezerve 290 miliarde picioare cubice). În nord-estul Australiei de sud au fost descoperite zăcămintele de la Gidzealpa și Moomba, cu 1 500 miliarde picioare cubice, care alimentează Adelaida. La 35 km de Moomba s-a descoperit al treilea zăcămînt de gaze naturale, la Daralingel.

În Australia de Nord s-au descoperit zăcămintele de gaze naturale de la Mercenie și Palm Valley, conținînd rezerve de cel puțin 1 500 picioare cubice. Intrarea ei în producție este condiționată însă de găsirea de debușeuri.

În Australia occidentală se găsesc două zăcăminte, Dongara și Yandarino, la 320 km de Perth, ale căror rezerve ating 800 miliarde picioare cubice. Intrarea lor în producție nu a fost însă hotărîtă.

Delhi Australian a descoperit cinci noi zăcăminte în zona din apropierea Queenslandului de sud, ale căror rezerve depășesc 2 700 miliarde picioare cubice, în timp ce rezervele din strîmtoarea lui Bass se ridică la 8 600 mil.

În regiunea Rankin Banks, în largul coastei, la vest de Pilbara, în Australia occidentală s-a descoperit recent un zăcămînt care pare să fie cel mai important din Australia avînd rezerve de 3 500 miliarde picioare cubice.

***Scăderea rezervelor de petrol în SUA. In: Pétrole informations nr. 1 224, 1972.

Producția de țiței în SUA a depășit pentru a șaptea oară în ultimii 11 ani noile rezerve descoperite. Valoarea rezervelor este la cel mai scăzut nivel din ultimii 25 de ani după estimarea Institutului American de petrol într-un raport publicat anul acesta.

Scăderea rezervelor are loc cu toate că producția totală de țiței din 1971, de circa 4 miliarde barile, a scăzut cu 1,7% față de anul precedent.

Rezervele sigure de țiței la sfîrșitul anului 1971 au totalizat 38,1 miliarde barile (mai puțin cu 900 mil. barile). Aceste cifre includ și cele 10,1 miliarde barile produse în North Slope din Alaska. Rezervele din Alaska se situează pe locul al doilea după cele din Texas care au scăzut în anul 1971 cu 172 mil. barile ajungînd la 13,2 miliarde barile.

În raport se formulează speranța că guvernul încurajează societățile petroliere să caute activ enormele rezerve de țiței și gaze naturale care mai sînt de descoperit în interiorul țării și în largul coastelor, pentru a se putea evita o prea mare dependență de țările din Orientul Mijlociu și Africa de Nord.

***Noi descoperiri în R.A.U. În : Pétrole informations nr. 1 223, 1972.

Recenta descoperire de petrol efectuată de Phillips Petroleum la Mililah, în deşertul occidental dă posibilitatea R.A.U. să devină un exportator de petrol în viitorii 3 — 4 ani.

Sonda se găseşte la 65 km la sud de Marsa Matrouh ; orizontul productiv se întinde pe o grosime de circa 55 m, începînd de la 1740 m adîncime. La primele încercări s-a găsit, petrol de 36 — 36,4°A P I cu un conţinut redus de sulf. Zăcămîntul se întinde pe o suprafaţă de 50 km², fiind astfel cea mai importantă descoperire din Egipt.

Mililah este a doua descoperire anunţată într-un interval de 15 zile, prima fiind cea a societăţii Amoco de la Al-Razzah, care ar putea avea o producţie de 1,5 — 2 mil. t/an.

În cursul anilor viitori urmează să fie aplicat un program de dezvoltare petrolieră de 150 mil. dolari. În afară de darea în producţie a zăcămîntului de la Abu Garadiq, în deşertul occidental, cu un ritm de 2,5 — 3 mil. t/an începînd de la sfîrşitul acestui an, se prevede un program de recuperare secundară al zăcămîntului de la El Morgan, în Golful de Suez, a cărui producţie a scăzut de la 300 000 barile/zi în anul 1971 la 260 000 barile/zi în cursul acestui an.

Al treilea proiect important este acela al dării în exploatare a zăcămîntului de gaze naturale de la Abu Mahi, descoperit de E N I. Se pare că rezervele recuperabile ale acestui zăcămînt ar fi de 70 miliarde m³. Producţia sa va fi îndrumată spre zonele industriale din delta Nilului, în special la Complexul de îngrăşăminte azotoase de la Polka.

După discuţiile care au avut loc s-a ajuns la concluzia că aceste zăcăminte nu pot fi exploatate rentabil decît dacă producţia lor este folosită în ţară. Astfel gazele naturale provenite din zăcămîntul de la Abu Garadiq vor fi folosite la Heluan, iar cele din zăcămîntul de la Abu Mussa la Alexandria.

H i n d e , P. **Situaţia explorării în Marea Nordului** În : The Instit. of Gas Eng. J., **12**, nr. 3, mart. 1972, p. 75.

Datorită unor descoperiri recente de ţiţei de mare importanţă, activitatea în Marea Nordului este, în prezent , în continuă creştere. Aceasta se datoreşte celor trei caracteristici tehnice : producţia sondelor, distanţa dintre şantiere şi marea diferenţă în vîrsta geologică a rocilor rezervor.

În timp ce toate şantierele mari de gaze din sud, cu excepţia unuia, produc din rocile permiene, zăcămintele noi, descoperite în centru şi în nord, prezintă o mare varietate de vîrstă, iar potenţialul zonei este mult crescut.

Pentru a accentua perspectiva descoperirilor, ele sînt indicate în continuare pe vîrste, de la nord la sud, în fiecare grup.

Cuaternar

S-au întîlnit gaze în zona Forties, între adîncimile 600 şi 900 m

Terţiar

Conţine cele mai multe zăcăminte. Şantierul Frigg în apă adîncă de 100 m a avut sonde ce au produs peste jumătate mil. m³ gaze/zi. Mai la sud în şantierul Forties potenţialul de producţie al celor trei sonde săpate a fost de peste 1 400 t/zi ţiţei.

Un alt şantier, situat la circa 50 km spre sud-est de Forties, a arătat un debit de 600 t/zi ţiţei pe sondă. Şanti erul de gaz /condensat Cod se află în apropiere de Ekofisk.

Torfelt este în calcar danian şi a produs 500 t pe sondă, de la adîncimea de aproximativ 3 000 m. Din acelaşi calcar produc şantierele denumite în general Fisk.

Cretacic

S-a găsit un şantier în zona daneză.

Jurasic

Nu s-au descoperit pînă în prezent hidrocarburi, dar există posibilităţi

Triasic

Cu toate că gresa triasică prezintă cele mai bune condiţi de rezervor, pînă în prezent s-a descoperit un singur şantier important, Hewett.

Permian

Toate şantierele mari de gaze din sudul Mării Nordului, cu excepţia şantierului Hewet, produc din roci permiene.

Carbonifer

Nu s-au găsit şantiere marine, dar există unele mici şantiere pe uscat.

R e z n i k , V. L. **Cu privire la iluminatul electric al sondelor în foraj**. În : Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 3, mart. 1972, p. 29.

Se face o analiză succintă a condiţiilor de muncă a brigăzilor de foraj, a documentelor normative existente şi a lucrărilor de cercetare privind îmbunătăţirea iluminării artificiale a încăperilor de producţie şi a influenţei condiţiilor de iluminare asupra stării organismului celor ce muncesc.

Se demonstrează necesitatea revizuirii normelor existente de ramură privind iluminarea instalaţiilor de foraj. Pentru stabilirea noilor norme de iluminare electrică şi elaborarea recomandărilor pentru organizarea iluminării sondelor în foraj trebuie efectuat un complex de cercetări. Oricum, operaţiile de introducere—extragere, trebuie considerate de gradul III, cu un nivel de iluminare de cel puţin 75 lx, iar iluminarea drumului parcurs de elevator şi a scaunului de prăjini — de cel puţin 20 lx. Aceasta impune mărirea de cel puţin 1,5 — — 2,0 ori a numărului corpurilor de iluminat.

***Telecomanda instalaţiilor de forare** În : Pétrole informations, nr. 1 223, 1972.

La expoziţia de la Brighton a fost expusă instalaţia denumită TESUNA care asigură telesupravegherea şi telecomanda instalaţiilor de forare şi de producţie a petrolului în largul mării (foraj de mare adîncime, zăcăminte în producţie, posturi de încărcare).

Operatorul, situat pe un vas, pe o platformă, sau pe ţărm, poate, graţie acestui sistem, să cunoască starea instalaţiilor de la suprafaţă sau din fundul mării şi să efectueze manevrele necesare practic instantaneu.

Acest sistem oferă o graţie maximă în ceea ce priveşte siguranţa transmisiilor, în special prin telecomandă (dublă comparaţie a ordinului de execuţie) şi datorită modului său de realizare. În afară de aceasta, prezintă următoarele avantaje :

— volum foarte redus al unităţilor terminale;

— garanţie de funcţionare în condiţii foarte severe ale mediului înconjurător (temperatură de —20°C — + 80°C) fiind construit în cofret etanş sau container ermetic închis, cu panou de comandă din material antideflagrant ;

— transmiterea insantanee a alarmei ;

— construcţie modulară, ceea ce permite extinderea pentru adaptarea sistemului la nevoile exacte ale instalaţiei.

R z a e v , A. A. ş.a. **Cu privire la influenţa presiunii osmotice asupra prinderii garniturii de foraj**. În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **52**, nr. 2, febr. 1972, p. 14

Prinderile garniturii de foraj sînt o consecinţă a căderii de presiune dintre gaura de sondă şi strat. Ele sînt mai frecvente în perioada iniţială a deschiderii orizonturilor permeabile. Cu timpul, numărul prinderilor se reduce ca urmare a filtrării fluidului de foraj în strat. Micşorarea scăderii presiunii poate fi condiţionată, de asemenea, de influenţa presiunii osmotice.

Cercetările speciale efectuate cu o instalaţie experimentală au dus la concluzia, că o cauză a reducerii frecvenţei în timp a prinderilor se datorează micşorării valorii căderii de presiune, ca urmare a acţiunii presiunii osmotice în zona pereţilor găurii sondei. Creşterea presiunii osmotice în această zonă depinde de tipul fluidelor aflate în sondă şi care saturează rocile din pereţii sondei.

S e r g h e e v , B. Z. ş.a. **Unele rezultate privind utilizarea în condiţii de temperaturi şi presiuni ridicate a garniturilor de plumb pentru pachere.** În : Neftepromîslovoe delo, nr.2, febr. 1972, p. 24

În condiţiile unor adîncimi mari (peste 3 000 m), presiuni de strat ridicate (peste 300 kgf/cm²) şi temperaturi mari (peste 130°C) tipurile existente ale elementelor de etanşare (de cauciuc, asbest şi grafit, masă plastică) a pacherelor datorită lipsei unei rezistenţe şi plasticităţi suficiente, nu asigură întotdeauna, o etanşare fiabilă a spaţiului inelar.

În articol se descriu încercările de laborator și industriale cu elemente de etanșare pentru pachere făcute din plumb. Încercările efectuate la 25 sonde arată, că aceste elemente asigură o etanșare fiabilă la temperaturi pînă la 250°C și căderi de presiune pînă la 500 kgf/cm².

Zubairaev, S. L. ș.a. **Deformația garniturilor de cauciuc a probatoarelor de strate**. În : Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 3, mart. 1972, p. 19.

Fiabilitatea garniturilor de cauciuc reprezintă factorul principal în exploatarea probatoarelor de strate. Condițiile de temperatură și presiune în sonde fiind diferite de cele de la suprafață, influența lor asupra comportării cauciucului s-a cercetat cu o instalație specială, ajungîndu-se la următoarele constatări :

— suprafața de contact a inelului de cauciuc, de secțiune circulară, atinge valori maxime la căderi de presiune de 80—100 kgf/cm² și temperatură de peste 100°C ;

— inelele de etanșare aflate la 100 — 200°C își păstrează forma finală deformată pînă la 1 — 2 ore și nu pot fi, în unele cazuri, nefolosite ;

— raza de curbură a suprafeței inelului în contact cu fluidul de foraj, practic nu se modifică la deformații finale o dată cu creșterea presiunii și temperaturii fluidului.

Haceaturov, S. S. **Un nou oțel pentru rulmenții cu bile, pentru sapele cu trei conuri și pentru inelele de rulmenți ai turbinelor de foraj**. În : Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 3, mart. 1972, p. 7

În locul oțelului siliciu — molibden 55CMA — 1, s-a elaborat pentru fabricarea de serie a corpurilor de rulare la sapele cu trei conuri și inelele de rulmenți a turbinelor de foraj, oțelul 55CM5FA prin alierea cu vanadiu în proporție de 0,15—0,25 %.

S-a stabilit că alierea suplimentară a oțelului siliciu — molibden cu vanadiu mărește rezistența constructivă a elementelor componente a rulmenților pe seama măririi rezervei de viscozitate și plasticitate, de rezistență la oboseală și uzură, precum și de rezistență la propagarea fisurilor de fragilitate și de rupere la oboseală și șoc.

Blajevici, V. A. **Scheme tehnologice pentru prepararea amestecurilor de obturare pe bază de rășini sintetice**. În : Neftepromîslovoe delo, nr. 1, ian. 1972, p. 23

Avantajele principale ale rășinilor sintetice pe bază de fenoli solubili în apă, care au determinat utilizarea lor la efectuarea operațiilor de izolare, constau în faptul că nu conțin particule solide și au viscozitate redusă. Aceasta asigură rășinilor o pătrundere bună în fisurile fine ale inelului de ciment, iar la nevoie chiar și în porii rocilor. În afară de aceasta, pe bază de rășini se pot obține amestecuri de obturare cu filtrabilitate redusă, solidificate prin filtrat și cu posibilitatea de reglare a timpului de început de solidificare prin modificarea gradului de diluare cu apă și a concentrației solidificatorului în amestec.

Se prezintă trei scheme tehnologice de preparare a amestecurilor de obturare pe bază de rășini sintetice marca TSD-9 și TSD-10 pentru efectuarea operațiilor de izolare și obturare, explicîndu-se modul de folosire a schemelor prezentate.

***Automobilul alimentat de pila cu combustibil**. În : La Revista dei Conbustibili, XXVI, nr. 2, febr. 1972, p. 88

Cercetătorii firmei Shell Co. de la Thornton Research Centre au realizat un automobil cu titlu absolut experimental, avînd ca sursă de energie pila cu un combustibil special (hidrazina, toxică și foarte scumpă). Vor fi necesari încă mulți ani de cercetări pentru a realiza pile alimentate cu un combustibil ieftin. În prezent tipul cel mai evoluat de pildă cu combustibil folosește ca reactivi H_2 și O_2. În actualele pile combustibilii lichizi cei mai uzuali la prețuri convenabile sînt hidrazina și metanolul. Pilele cu metanol nu sînt încă suficient de puse la punct. Pila cu hidrazină dezvoltă o putere suficientă ca automobilul să realizeze o viteză de 50 km/oră. Pentru a se putea dezvolta temporar o putere suplimentară și pentru a acoperi vitezele de vîrf ale automobilului se poate recurge la bateriile de tipul plumb-acid, care pe timpul cînd nu se folosesc sînt încărcate de pila cu combustibil.

André Durand de Bousingen : **Înmagazinarea sub apă a țițeiului**. În : Petroleum Review, **26**, nr. 303, mart. 1972, p. 78

Înmagazinarea țițeiului produs de sondele marine, chiar în apropierea locului de producție, în loc de a fi pompat la un parc de rezervoare pe țărm, prezintă unele avantaje printre care și acela de a putea încărca țițeiul direct în vase fără a fi nevoie de porturi de apă adîncă și instalații complicate. Tipurile de rezervoare de înmagazinare sînt :

1. **Plutitor**. Se utilizează vase cisterne (tancuri) vechi, transformate, care sînt ancorate. S-au construit și vase din beton pentru a se evita coroziunea.

2. **Fixe**. Sînt plasate pe fundul mării, fie complet acoperite de apă, fie parțial ieșind deasupra nivelului apei. Se construiesc din oțel, beton precomprimat sau ambele materiale.

3. **Platformă oscilantă**. Este ancorată de fundul mării cu o articulație.

Din instalațiile interesante sînt de semnalat :

Dhubai Khazzan

Unitate de 500 000 barile (79 500 m³) din oțel care a fost plasat pe fundul Golfului Arabic lîngă coasta Dubhai în 1969, la o adîncime de 48,5 m.

Vasul este alcătuit dintr-un dom montat pe o parte inferioară, cilindrică și avînd în partea superioară o coloană cilindrică — oarecum ca o pîlnie răsturnată. În interior se află o structură în formă de butelie. Diametrul maxim este de 82,3 m și înălțimea totală de 62,5 m. Coloana superioară cu diametrul de 9,15 m se ridică la 14 m deasupra apei. Rezervorul inferior, în formă de butelie, are un diametru de 24,4 m și este utilizat pentru a se menține stabilitatea în timpul operațiunei de scufundare. În operația de înmagazinare unitatea este însă manipulată ca un singur spațiu de stocaj.

Este ancorat de fund cu 24 de pile.

S-a construit pe țărm și s-a remorcat pînă la amplasamentul definitiv unde a fost scufundat. Realizarea depozitului s-a făcut pe baza concepției savantului român H. Coandă.

Mai sînt în construcție încă două.

Doris

Este o unitate de înmagazinare cu capacitatea de 159 000 m³ ce se construiește din beton armat precomprimat și va fi instalat la șantierul Ekofisk din Marea Nordului.

Unitatea este compusă din un rezervor din beton vertical compus din 9 cilindri verticali. În exterior se află un cheson perforat construit tot din beton ; scopul acestui cheson este de a absorbi energia valurilor.

Nu este necesară ancorarea.

S-au mai preconizat și alte sisteme, cum sînt :

Santa Fe-Pomeroy alcătuit din rezervoare cilindrice duble cu o capacitate de 31 800 m³ ce se culcă pe fundul mării.

Insula artificială Cintra compusă din chesoane mari de beton ce se pun unele peste altele.

Sisteme similare cu cel de la Dubhai dar fără coloană cilindrică sau construite din beton.

Sistemul rotativ compus din un vas de beton plutitor care se poate roti în jurul unei platforme tubulare.

ȘTIRI TEHNICO-ECONOMICE

În U.R.S.S. conform contractului încheiat în luna martie de către întreprinderea de comerț exterior TECHMASIMPORT cu o firmă franceză, se va importa o instalație de epurare a gazelor reziduale care va fi montată la uzina de desulfurare de la Orenburg. Instalația se compune din trei unități identice de tratare a gazelor la ieșirea din cuptoarele Claus. Capacitatea de tratare a fiecărei unități este de 76 800 Nm^3/h. Unitățile folosesc procedeul transformării sulfului conținut în gaze în sulf lichid. Contractul prevede, de asemenea, construirea unui post de încărcare a sulfului lichid, precum și a instalațiilor anexă ale uzinei de desulfurare. Costul lucrărilor este de 38 mil. franci francezi.

În Norvegia, în Marea Nordului, o nouă sondă forată în structura Torfelt a confirmat prezența unei mari cantități de petrol de bună calitate. Înainte de tratare cu acid debitul a fost de 3 450 barile/zi printr-o duză de 3/4''; după tratare, debitul a crescut la 3 960 barile/zi.

De asemenea, societatea Phillips anunță că sonda de la Ekofisk produce în prezent circa 44 000 barile/zi. Cu toate că au avut loc unele întreruperi provocate de intemperii, cele patru sonde au produs peste un mil. barile în luna martie.

În Franța în regiunea de sud-vest, sonda Lannezan a fost forată pînă la o adîncime de 6 900 m, într-un calcar neolitic, ceea ce constituie recordul european de adîncime. S-au efectuat o serie de măsurări la nivelul final precum și la cele superioare unde au fost întîlnite indicații de prezență a gazelor naturale.

În Republica Federală a Germaniei, — consumul de produse petroliere va atinge 134 mil. t anul acesta, 144 mil. t în anul 1973, 153 mil. t în anul 1974, 160,5 mil. t în anul 1975, 168 mil. t în anul 1976, 175,5 mil. t în anul 1977, 182,6 mil. t în anul 1978 și 196 mil. t în anul 1980.

În Canada, societatea North Canadian Oils Ltd, proiectează construirea unor depozite subterane destinate acoperirii vîrfurilor de consum al gazelor de petrol lichefiate.

De asemenea, se efectuează cercetări pe insula Capului Breton, în Noua Scoție pentru realizarea unor depozite în mine de sare.

În Republica Federală a Germaniei, Bundestagul a ratificat acordul de delimitare a platformei continentale în zonele daneză, olandeză și germană, semnat în luna ianuarie.

În Norvegia, încercări efectuate în Marea Nordului în structura Thor, la 16 km la nord de Ekofisk au dat un debit de 4 000 barile/zi.

În Canada, societatea Shell Canada a confirmat că va investi în acest an 100 mil. dolari pentru lucrări de prospectare (față de 80 mil. în anul trecut). Societatea Consolidated Natural Gas Co. va investi anul acesta 2 500 000 dolari și tot pe atîta în anul viitor pentru lucrări de exploatare pe o suprafață de 5 000 km^2 în regiunea Alberta; investițiile pot să aibă același ritm pînă în anul 1976.

În U.R.S.S. zăcămîntul „JDANOV" singurul zăcămînt din peninsula Seleken pe coasta de răsărit a Mării Caspice a intrat în funcțiune în luna martie Țițeiul este adus pe coastă printr-o conductă submarină de 20 km lungime pozată la o adîncime de 35 m.

În Egipt a intrat în funcțiune rafinăria de la Amiriyah lîngă Alexandria, cu o capacitate de 1,5 mil. t/an. R A U. va dispune astfel de o capacitate globală de rafinare de 8 mil. t/an.

Capacitatea rafinăriei Mex, în apropiere de Alexandria a fost mărită la peste 3 mil. t/an și cea a rafinăriei Mustund de lîngă Cairo este de 3 mil. t/an.

În Spania a intrat în funcțiune rafinăria de la Somorrostro (Biscaia) precum și conducta care va face legătura cu Santurce; capacitatea acestei rafinării este inițial de 5 mil. t/an și va fi extinsă pînă la 7,5 mil. t/an.

În Grecia, unitatea de lubrifianți a societății Motor Oil Hellas va intra în funcțiune în cursul lunii septembrie a acestui an. Costul acestei unități este estimat la peste 30 mil. dolari.

În Madagascar, rafinăria de la Tematave a tratat în anul trecut 675 mii m^3 țiței, ceea ce nu acoperă consumul insulei, al insulei Reunion și al insulelor Comore.

În U.R.S.S. a fost dată în funcțiune o unitate de epurare a sulfului la uzina din Uzbekistan. Capacitatea acestei uzine va fi de 2,5 mil. m^3 gaze/zi. Alte trei asemenea instalații vor fi date în funcțiune anul acesta pentru a acoperi jumătate din consumul de gaze naturale ale republicilor din Asia Centrală și din Kazahstan.

În Algeria au început, la Arzew, lucrările pentru construirea conductei de transport al gazelor între Hassi R'Mel și Arzew, de 507 km lungime și 40 '' diametru. Costul lucrărilor este de 600 mil. dinari algerieni.

În Argentina se va construi o nouă conductă de transport al gazelor naturale de la zăcămîntul Cerro Redondo și El Condur în sudul țării la Buenos Aires. Capacitatea de transport a acestei conducte va fi de 2,5 miliarde m^3/an, iar lucrările vor costa 20 mil. dolari.

În U.R.S.S. capacitatea portului Ventplis a fost mărită prin darea în exploatare a conductei de produse finite de 500km lungime de la Podolsk (Bielorusia), paralelă cu ramificația conductei de țiței „Drujba".

În Franța, producția de gaze de petrol lichefiate a fost în anul trecut de 2 013 351 t, cu 8,58 %, mai mult decît în anul 1970.

În Anglia, societatea British Petroleum a pus la punct fabricarea unui ulei cu viscozitate superioară la temperaturi înalte și care poate fi folosit într-un motor de automobil, pe o distanță de 10 000 km.

Prin folosirea acestui ulei consumul de ulei se reduce cu 15%, reducîndu-se în același timp și uzarea motorului.

În S.U.A. va intra în funcțiune la începutul anului viitor rafinăria de 8 200 000 t/an de la Joliet (Illinois). În afară de unitatea de distilare de 8 200 000 t/an, rafinăria va mai cuprinde o unitate de cracare catalitică fluidă de 3 300 000 t/an, o unitate de reformare catalitică de 2 300 000 t/an, o unitate de alkilație de 900 000 t/an, o unitate de hidrotratare a benzinelor grele de 2 800 000 t/an, o unitate de hidrosulfurare a distilatelor de 2 700 000 t/an și o unitate de cocsificare de 1 400 000 t/an, precum și o unitate de recuperare a sulfului de 150 t/zi.

În Portugalia se prevede construirea unui port care să poată primi superpetrolifere de 300 000 tdw, la Sines, la 90 km la sud de Lisabona.

În această zonă urmează să fie stabilite o serie se industrii de bază, dîntre care o rafinărie cu o capacitate de 10 mil. t/an care va intra în funcțiune peste doi ani.

În S.U.A. secretarul de stat al afacerilor interne a declarat că în scurt timp Statele Unite vor trebui să recurgă la import pentru a satisface consumul de petrol și că, într-un viitor mai îndepărtat, va trebui să importe poate mai mult decît jumătate din consumul de petrol. Aceste importuri ar proveni în cea mai mare parte din Orientul Mijlociu și Africa de Nord, întrucît ar fi posibil ca furnizorii din occident (în special Canada și Venezuela) să nu fie în măsură să facă față creșterii cererii de pe piața americană.

In Irak s-a descoperit un zăcămînt de petrol în sudul țării. Se pare că acest zăcămînt — printre cele mai importante din lume — s-ar întinde de la Remeliah Nord spre Eufrat, pe o lungime de peste 50 km.

În Irak se va construi la Mosul, în nordul țării, o rafinărie cu o capacitate de 1 500 000 t/an. Atît proiectul cît și construcția acestei rafinării vor fi asigurate de U.R.S.S. Costul lucrărilor este de 11 mil. dinari irakieni, iar darea în funcțiune a rafinăriei va avea loc în anul 1974. Prin intrarea în funcțiune a acestei unități, capacitatea de rafinare a Irakului va atinge 8 500 000 t/an.

În S.U.A. se proiectează construirea lui Oswego în Noua Anglie a unei uzine de fabricație a păcurilor industriale și a gazului sintetic care va costa 70 mil. dolari și care va alimenta cu combustibil complexul de producere a electricității de la Oswego, în cadrul căruia se va mai construi o centrală de 850 000 kW. Rafinăria de la Oswego va fi alimentată cu 100 000 barile/zi țiței, va produce 50 000 barile/zi păcură și 100 mil. picioare cubice /zi gaz sintetic.

Brazilia va importa 1 200 000 t țiței din Bolivia în cursul a doi ani. De asemenea se studiază și importul de gaze lichefiate.

În Turcia capacitatea de rafinare a atins 8 862 000 t în anul 1971 (față de 7 220 000 t la sfîrșitul anului 1972).

În Republica Democrată Germană, capacitatea de rafinare a complexului petrochimic Otto Grotewohl de la Bolen, în apropiere de Leipzig, a ajuns la 2 mil. t/an. Această rafinărie, alimentată exclusiv cu țiței din U.R.S.S. este una dintre cele mai importante din țară.

În S.U.A. s-a construit la Azusa, în California, o unitate de desulfare și de hidrogenare pentru producția de benzine și de polimeri cu un conținut scăzut de sulf. Instalația a costat 4 mil. dolari.

În Ungaria a intrat în funcțiune rafinăria de la Szony cu o capacitate de 2 mil. t/an. Ea va acoperi 27 % din consumul de produse petroliere, fiind cea mai mare rafinărie a țării.

În Republica Federală a Germaniei s-a importat în anul 1971, 100 229 660 t/țiței (față de 98 786 448 în anul 1970) dintre care 29 939 890 t din Libia (față de 40 922 448), 16 845 070 t din Arabia Saudită (față de 12 057 575), 11 326 677 t din Algeria (față de 7 983 991), 9 511 107t din Nigeria (față de 6 945 318), 8 516 740t din Iran (față de 8 268 901), 5 861 275 t din Oman (față de 5 764 065), 4 299 291 t din Kuweit (față de 3 953 064), 4 168 376t din Irak (față de 4 478 380), 3 318 357 t din U.R.S.S. (față de 3 436 553), 2 837 614 t din Venezuela (față de 3 402 044), 1 254 337 t din Tunisia (față de 835 780), 952 113 t din Quatar (față de 308 069), 737 565 t din Egipt (față de 1 273 590) și 77 915 t din Norvegia.

În Franța societatea Shell a pus în vînzare un nou supercarburant cu noi caracteristici datorită aditivului ASD. Avantajele pe care le oferă acest carburant sînt o reducere de 4% în medie a consumului, și reducerea cu 15 % a emanațiilor de oxid de carbon atunci cînd motorul funcționează în relanți.

Guvernul Republicii Federale a Germaniei studiază posibilitatea încheierii unui acord cu U.R.S.S. pentru a importa cantități mai mari de gaze naturale care urmează să fie folosite în Bavaria și Bade Wurtemberg. Ruhrgas A. G. care efectuează negocierile a anunțat cifra de 4 miliarde m³/an, în schimbul cărora va livra țevi pentru conducte.

Se știe că în anul 1970 a fost încheiat un contract pentru importarea a 3 miliarde m³/an gaze naturale din U.R.S.S. De asemenea, se prevede încheierea unui al treilea contract care ar face necesară pozarea unei noi conducte de transport al gazelor. Ruhrgas A. G. urmează de altfel să investească în viitorii 3 ani 200 mil. DM pentru construirea unei rețele de conducte în Bavaria.

În Turcia s-a descoperit un zăcămînt de petrol în regiunea Diyarbak în regiunea de răsărit a țării. Sonda Barbes nr. 1, cu o adîncime de 2 360 m a dat un debit de 2 000 barile/zi și va putea ajunge la 4 000 barile/zi.

Arabia Saudită a produs în anul 1971 cifra record de 1 641 615 332 barile, fiind ridicată astfel la rangul al treilea între țările producătoare de petrol, după S.U.A. și U.R.S.S. Rezervele recunoscute au atins 90 157 mil. barile (cu 3 735 barile mai mult decît în anul 1970).

În Australia, rezervele recuperabile de țiței la începutul anului 1972 au atins 1854 mil. barile (265 mil. t) dintre care 200 mil. barile în zăcămîntul de la Tirraware. Rezervele din zăcămîntul submarin de la Tuna, în strîmtoarea lui Bass, sînt evaluate la 84 mil. barile.

În Polonia, producția de gaze naturale a Poloniei a atins 5 382,9 mil. m³, față de 5 182,4 mil. m³ în 1970.

În Abu Dhabi se proiectează construirea unei rafinării cu o capacitate de 750 000 t/an care va prelucra țițeiul produs de zăcămintele de la Djebel Dhanna și Das Island. Costul rafinăriei și al conductei de 120 km lungime prin care va fi aprovizionată cu țiței este evaluat la 30 mil. dolari.

În Iran, în anul 1971 societatea petrolieră iraniană NIOC a exportat circa 5 850 000 t țiței. În cursul anului 1971 au mai avut loc următoarele : s-a încheiat un acord pentru exportul a 3 mil. t/an gaze naturale lichefiate, s-a început construirea rafinăriei Fars la Șiraz (capacitate 2 mil. t/an), s-a modernizat rafinăria de la Kermanshah și s-a mărit capacitatea rafinăriei de la Teheran la 9 500 000 t/an ; de asemenea, s-a încheiat contractul pentru construirea unei a treia conducte între Ahwaz și Teheran.

În Venezuela s-a aprobat exportul de 150 000 t țiței în Spania și de motorină în Peru. În afară de aceasta exportul de țiței în Brazilia va crește de la 8 000 la 10 000 barile/zi.

În U.R.S.S. la rafinăria de la Baku funcționează o unitate experimentală de cracare catalitică a țițeiului. Această metodă denumită cu două trepte, care folosește simultan produsul de bază și catalizatorul, a fost elaborată de către cercetătorii din Institutul de petrochimie de la Academia de științe din Azherbaidjan.

În Canada, conform datelor furnizate de Asociația canadiană a petrolului la sfîrșitul anului 1971, rezervele de petrol se ridică la 1 700 mil. t., ceea ce reprezintă 21 ani de producție, în ritmul de extracție actual.

Elveția a importat, în cursul anului 1971, 13 564 361 t hidrocarburi (față de 13 064 979 t în anul 1970), dintre care 5 186 463 t țiței.

În Republica Federală a Germaniei importul de produse petroliere din U.R.S.S. în cursul acestui an va cuprinde 4 400 000 t țiței, 800 000 t motorină ușoară, 700 000 t motorine grele și 500 000 t benzine.

În Albania se va construi în cursul acestui cincinal o rafinărie cu o capacitate de 1 500 000 t/an la Fieni, cu ajutorul dat de către Republica Populară Chineză. În această rafinărie va fi rafinată întreaga gamă de produse petroliere necesare consumului intern.

În Canada s-a amînat construirea stației terminale pentru superpetroliere în apropiere de Saint John în Noul Brunswick care urma să coste 60 mil. dolari, deoarece guvernul federal obliga societatea Continental Oil Co la plata unei taxe fixe de 15 cenți/t de petrol și produse finite încărcate sau descărcate în acest port, pentru eventualele daune datorate poluării.

Se pare că se duc tratative pentru reducerea acestei taxe.

În Grecia, Societatea Petrola Hellas a încredințat grupului francez Creusot Loire Entreprises construirea unei rafinării cu o capacitate de 3 500 000 t/an și a unei unități de tratare a petrolului lampant cu o capacitate de 500 000 t/an la Eleusis. Unitățile ar urma să intre în funcțiune în luna septembrie a anului viitor.

În Zambia s-a încheiat un acord între grupul italian ENI și Indeco pentru mărirea capacității conductei de transport al petrolului între Dar-es-Salam, în Tanzania și N'Dola, în Zambia ; costul lucrărilor este de 19 miliarde lire.

În Franța, CDF-Chimie a fost autorizată să-și mărească capitalul în vederea finanțării mărimii capacității unității de cracare cu abur a rafinăriei de la Carling de la 200 000 la 400 000 t/an etilenă. Lucrările urmează a fi terminate la sfîrșitul anului 1974.

În Norvegia s-a descoperit un zăcămînt de gaze naturale pe insula Andoy, în nordul țării.

În S.U.A., Florida Gas Co va investi 15 mil. dolari pentru finanțarea unui program de cercetări în Louisiana de sud.

În Canada s-a descoperit un nou zăcămînt de petrol în regiunea arctică pe insula Ellesmere; această nouă descoperire mărește posibilitățile de exploatare a rezervelor descoperite anterior: un zăcămînt de petrol și trei de gaze naturale. Problemele care trebuie să fie însă rezolvate pînă cînd aceste resurse să ajungă pe piața canadiană nu lasă să se întrevadă o intrare în producție rapidă.

Principalele două obstacole sînt distanța, și clima care impun condiții de lucru grele, deci costisitoare, cît și mediul înconjurător.

Șantierul Forties din Marea Nordului va fi dezvoltat pentru a se ajunge la un debit de țiței de 250 000 b/d (35 000 t/zi) spre sfîrșitul anului 1975. Primele livrări de țiței brut vor avea loc aproape de sfîrșitul anului 1974. Aproximativ 60 de sonde vor fi săpate de pe două platforme fixe de 40 000 t. Platformele vor fi prefabricate pe uscat, asamblate și apoi remorcate la șantier. S-au făcut planuri pentru o conductă submarină lungă de 184 km de la șantier la Cruden Bay, Aberdeenshire.

De la Cruden Bay, unde se va construi o stație de pompaj intermediară, o conductă de 36 in (914,4 mm) va transporta țițeiul pe un traseu de 225 km, pînă la rafinăria de la Grangemouth.

Autoritățile miniere Afgane au semnat un contract de asistență tehnică cu Uniunea Sovietică pentru construcția unei conducte suspendate peste fluviul Amu (OXUS). Structura lungă, de 665 m, va transporta gaz natural din Afganistanul de nord în U.R.S.S.

Amoco Peru va săpa patru sonde de explorare în jungla Peruviană la est de Anzi și aproximativ 800 km nord-est de Lima.

De asemenea, Arco Peru Corporation va săpa patru sonde de explorare într-o zonă cu o suprafață de 10 000 km² pe rîul Ucayali, un afluent al Amazonului.

AG, P, CFP, Entreprize des Recherches și Ste Aquitaine au semnat un acord pentru explorarea unei suprafețe de 6 000 km², situată pe șelful continental Tunisia, la sud-est de Golful Gabes.

Sonda Ralph Lowe Estate 1 — 17 University din Pecos County Texas — S.U.A. s-a terminat la adîncimea de 28 500 pic. = la 8 686,8 m și a început probele de producție. Este cea mai adîncă sondă terminată din lume.

În același timp sonda 1 Baden din Beckham County Oklahoma a depășit adîncimea de 28 500 pic., la 15 ianuarie 1972, și sapă pentru adîncimea finală de 29 999 pic. = 8 839 m.

Uzina în prezent în curs de construcție la Glenmavis (Scoția) va fi prima stație pentru preluarea vîrfurilor de consum pentru gazul natural în Marea Britanie. Ea va fi capabilă de a lichefia 100 t de gaz natural pe zi. Gazul provenind dintr-un zăcămînt din Marea Nordului va fi lichefiat și înmagazinat într-un rezervor de oțel cu 9% nichel de 20 000 t învelit într-un izolant termic.

Avînd un diametru de 46 m are, de asemenea, o înălțime de 46 m.

Volumul conținutului său în lichid, dacă este gazeificat atinge aproape 28 mil. m³.

Temperatura de stocaj a gazului lichefiat la presiunea atmosferică fiind de — 160°C, singur oțelul cu 9% nichel păstrează calitățile necesare de rezistență și maleabilitate.

În cursul ultimilor ani utilizarea gazelor naturale lichefiate importate din Algeria a permis satisfacerea consumurilor de vîrf. Însă stația Glenmavis reprezintă punerea în practică a unui nou principiu, acela de a lichefia, în timpul perioadelor de consum slab, gazul natural din Marea Nordului și a-l înmagazina pentru a putea răspunde ulterior la vîrfurile de cereri.

Evoluția consumului de energie în lume

Miliarde tone de echivalent cărbune (tec)

	1970	1980	1990	2000
Consumul mondial de energie	7,3	11	17	25
din care petrol				
miliarde tec	3,7	6,2	10,5	15,5
miliarde t	(2,2)	(4,4)	(7,5)	(11)
% petrol din energie	50	56	63	63

S-a abandonat sonda de explorare Holviksnas nr. 1. Gaura a fost săpată pînă la adîncimea de 2 613 metri și era situată în apropierea canalului de navigație Falsterbo în extremitatea de sud-vest a țării.

Totuși se sapă în prezent alte două sonde: sonda 1 Haslov și provincia Skane este a șasea din o serie ce se sapă pe uscat. Cealaltă sondă se sapă pe insula Gotland în Marea Baltică. Este amplasată în apropiere de Faludden în partea de sud a insulei.

Recent a fost pus în exploatare cîmpul de gaze naturale „INFATIGABLE" ca al patrulea cîmp din cele cinci descoperite în Anglia în Marea Nordului în vecinătatea coastei răsăritene. Noua exploatare de gaze se leagă cu o serie de conducte montate pe fundul mării la rețeaua națională de gaze și deocamdată livrează zilnic circa 20 mil. m³ de gaze naturale.

Marea Nordului formează pentru Anglia o importantă sursă de energie. În 1970 producția de gaze naturale din Marea Nordului a fost de 11 miliarde m³, iar în 1971 a crescut la 16 miliarde m³. Rezervele de gaze naturale cunoscute ale Angliei în Marea Nordului se estimează la 850 miliarde m³.

În Republica Populară Polonă circa 85 % din conductele de gaze sînt alimentate cu gaze naturale și se prevede ca acest procentaj să crească în anii viitori. La nivelul anului 1975 consumul de gaze naturale va fi de 13 miliarde m³ pe an. Extinderea rețelelor de gaze naturale este o problemă majoră și pînă în 1975 vor fi legate la rețeaua națională de gaze încă alte 60 de orașe, încît numărul abonaților casnici va spori în acest interval de timp de la 2,3 mil. la 3,3 mil.

Necesarul de gaze este acoperit în parte din producția proprie și diferența din import U.R.S.S. Pînă la sfîrșitul actualului cincinal vor fi date în exploatare șantiere noi de gaze în Depresiunea polonă și în Vorlandul Carpaților.

Consumul de gaze lichefiate a crescut de la 500 t în 1960 la 48 000 t în 1970, iar la nivelul anului 1975 se prevede un consum de circa 85 000 t.

Firma EPOXY PRODUCTS Europe, Bensheim-Auerbach R. F. a Germaniei, produce o unsoare specială pentru industria de petrol și gaze pe bază de cupru coloidal pur, plumb sub forma de pulbere foarte fină, particule amorfe de grafit intim omogenizate. Unsoarea conține și unele adaosuri pentru presiuni și temperaturi înalte și efecte de coroziune. Pentru îmbinările înfiletate unsoarea aceasta se aplică ușor cu o pensulă și evită contactul direct metal pe metal și gripările. Unsoarea nu se depunde, nu se usucă și nu se întărește, permițînd o ușoară înșurubare și deșurubare a îmbinărilor filetate și o etanșare sigură în condiții de temperaturi și presiuni înalte, vibrații, expansiuni, contracții și sarcini periodice mari. KOPR-KOTE se aplică cu succes la îmbinările filetate în teren sau apă, la schimbătoarele de căldură, la autoclave, la reactoare, în rafinării etc.

Pe platformele continentale, în care s-au executat în ultimii ani foraje pentru țiței și gaze, adîncimea apelor nu a depășit în general 200 m. Tendința însă este să se cerceteze regiunile în care adîncimea apei ajunge la 600 m și chiar peste. Pentru aceste adîncimi sînt de pe acum în curs de experimentare sisteme de scufundare, care să pună în deplină securitate viața scafandrilor.

În curînd firma Drägerwerk AG va începe experimentările cu un simulator de scufundare folosit pentru prima oară în R F. a Germaniei. Se vor simula condițiile reale de fund pentru adîncimi de apă pînă la 1 000 m. Sfera de oțel din care se compune acest simulator are un diametru de 2 m, se umple complet cu apă și se pune sub presiune. În această sferă scafandrul, care folosește un echipament și o aparatură cu totul speciale, intră printr-o ecluză. Întrucît operația de decompresiune a scafandrilor pentru aducerea la presiunea și condițiile mediului înconjurător poate dura mai multe zile, sfera simulatorului este legată etanș cu o cameră de decompresiune, avînd un volum de circa 11 m³. Această cameră este dotată cu tot confortul (un life-suport-system, paturi comode, ecluză de aprovizionare, televizor etc.).

Firma „Industrielle Handelscombinatie" — Oianda (IHC) a contractat recent

construirea unui nou vas de foraj pentru consorțiul scandinav Nordic Offshare Drilling Company, destinat să fie folosit la executarea de foraje în Marea Nordului. Acest vas este dotat cu un sistem dinamic de poziționare (sistem DP — dynamic positioning), care-i dă posibilitatea să fie menținut fără ancorare pe poziția mai dinainte stabilită în largul mării. Corpul vasului este corespunzător întărit pentru a prelua ușor presiunea gheților, operațiile putîndu-se executa curent la tempraturi între —15 și + 32°C.

Turla instalației de foraj este amplasată aproximativ la mijlocul vasului, acționarea instalației se face cu motoare electrice de curent alternativ, iar operațiile sînt automatizate într-un înalt grad. Vasul este dotat în mod special și cu un clopot de scafandru ce poate fi coborît pînă la 300 m adîncime de apă.

Industria de petrol din S.U.A. a înregistrat în 1972 două noi recorduri de adîncime la foraj. În ianuarie 1972 sonda de explorare Estate 1 — 17 University forată de Ralph Lowe în Pecos County — West Texas a realizat adîncimea de 8 690 m. La această adîncime temperatura înregistrată la talpa sondei a fost de 210°C. Costul acestei sonde a fost de 3,5 mil. dolari. Recordul anterior de adîncime de circa 7 800 m era deținut de o sondă a firmei Placid Oil Co. în St. Bernard Parish-Luisiana de sud.

În februarie 1972 firma Lone Star Producing Co. a realiza cu sonda 1 E.R Baden Unit în Beckham County, Oklahoma, adîncimea de 8 910 m, anunțînd continuarea forajului pînă la 9 100 m pentru a intercepta orizontul Arbuckle. Sonda a costat 5,5 mil. dolari.

Urmează ca la ambele sonde probele de producție să stabilească perspectivele orizonturilor exploatabile.

RECENZIE

GILL, S.S. (Editor) : **The Stress Analysis of Pressure Vessels and Pressure Vessel Components** (Calculul de rezistență al vaselor de presiune și al elementelor vaselor de presiune).

Pergamonn Press, Oxford, 1970.

Lucrarea reprezintă o trecere în revistă a principalelor probleme ridicate de calculul de rezistență al vaselor de presiune metalice. În încercarea sa de a pune la dispoziția cititorului o sinteză privitoare la nivelul actual al calculului vaselor de presiune, editorul este ajutat de un grup de șapte specialiști. Stilul lucrării este impus chiar de S.S. Gill în capitolele 1 și 2, în care se face o prezentare a lucrării și a principiilor care au stat la baza alcătuirii ei. Capitolul 2 include în detaliu cazurile elementare ce apar în rezolvarea problemelor îmbinărilor vaselor de presiune.

În capitolul 3, Gill, Leckie și Penny tratează calculul racordurilor vaselor de presiune (în special racordurile radiale).

Problema fundurilor vaselor de presiune este prezentată de Cloud în capitolul 4, care discută calculul în domeniul elastic și plastic și problemele de stabilitate.

În capitolul 5 Kitching examinează efectele încărcărilor locale asupra vaselor de presiune, inclusiv efectul sarcinilor distribuite liniar sau pe o suprafață dreptunghiulară asupra vaselor cilindrice.

Este inutil să se discute importanța practică pe care o reprezintă îmbinările în flanșe în construcția vaselor de presiune. În legătură cu acest subiect, în capitolul 6 Rose face analiza comparativă a trei metode de calcul utilizate în prezent în calculul flanșelor.

Capitolul 7 este elaborat de către Kitching și tratează calculul coturilor de conducte. Deși coturile nu sînt elemente propriu-zise ale vaselor de presiune, flexibilitatea lor prezintă o mare importanță în determinarea forțelor transmise vaselor de presiune prin intermediul legăturilor de conducte.

Metodele de calcul electronic capătă în prezent o importanță sporită. În capitolul 8, Kraus descrie modul în care pot fi adaptate metodele tradiționale de analiză în scopul utilizării mai adevate a calculatoarelor electronice la calculul vaselor de presiune.

În capitolul 9 Kendrick se ocupă de calculul vaselor supuse la presiune exterioară și de conceptele care fundamentează acest calcul.

Penny și Leckie continuă cu un capitol consacrat determinării efectelor fluajului în structuri și încheie lucrarea în capitolul 11, care se ocupă de efectele cîmpurilor perforate în calculul vaselor de presiune.

Rezultatul contribuțiilor descrise anterior este reprezentat de un volum cu aproape 600 de pagini și sute de referințe bibliografice de dată recentă, care pun la dispoziție o documentație de calitate, în aproape orice domeniu al calculului vaselor de presiune.

Lucrarea aduce o contribuție necesară în sistematizarea rezultatelor din ultimii ani, iar cei interesați de probelemele calculului vaselor de presiune au la dispoziție o referință utilă.

PUBLICAȚII NOI

„GEOPHYSICAL SURVEYS" (Cercetări fizice), revistă internațională de geofizică, va publica numai lucrările cerute de la autorii angajați în cercetarea geofizică din unele țări și va avea o mare bază internațională

Această revistă nu va publica lucrări de cercetare originale; scopul ei este de a publica sinteze actuale asupra progresului în diferite ramuri ale geofizicii. Ea va fi asemănătoare revistei „Space Science Reviews".

Creșterea rapidă a domeniului geofizicii a stimulat publicarea a numeroase lucrări de cercetare, a căror tematică a interesat atît pe autori cît și pe cititori.

Lucrările de cercetare trebuie să fie scrise într-o manieră cît mai concentrată, iar cel interesat nu trebuie să fie neapărat din producție.

Pentru a face posibilă o largă înțelegere a numeroaselor progrese în fizica pămîntului, „Geophysical Surveys" va conține articole de prezentare a cercetării în medie de 10 — 20 pagini. Articolele vor fi scrise la nivelul cercetării, dar fiecare va conține o introducere explicativă. Scopul este de a ajuta pe cei care nu sînt experți într-un domeniu special în înțelegerea mai bună a conținutului articolului.

Articolele vor fi scrise în limba engleză.

Domeniile în care se va scrie sînt: geodezia, seismologia, meteorologia, geomagnetism, paleomagnetism, oceanografia, metrologia, hidrologia și fizica tectonică.

Luna, planetele și alte spații exterioare nu vor fi incluse, pentru acestea existînd alte reviste.

Din cauza caracterului internațional și a numeroaselor domenii pe care le va cuprinde. „Geophysical Surveys " va folosi sistemul internațional de unități (S. I.).

O tabelă de conversie prescurtată a unităților geofizice va fi inclusă în fiecare publicație.

Editura va da informații precise autorilor care doresc să scrie articole de cercetări geofizice.

Alte detalii în legătură cu revista anunțată:

— adresa la care se pot trimite articole este:

Dr. Wm. Markowitz
Editor, Geophysical Surveys
Marquette University
Milwankee, Wis 53 233, U.S.A.

Volumul va apare anual în patru numere.

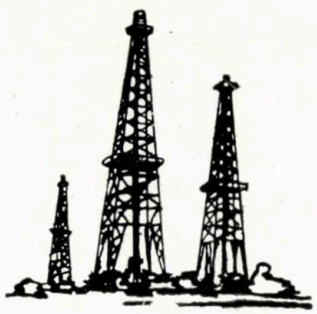
Prețul unui abonament anual per volum a patru numere (circa 500 p) Dfl. 170 U.S. $ 59.50

Abonamentele se fac prin următoarea adresă:

D. Reidel Publishing Company, P.O. Box 17,

Dordrecht, Holland

Vol. 1, nr. 1 va apărea în septembrie 1972.



Revista PETROL și GAZE Redacția: București, Bd. Nicolae Bălcescu nr. 16 Sector 1, telefon 14. 72. 10/141. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere telefon 14 72 10/176 Bd. Nicolae Bălcescu, 16 cont 640 301-14. Banca Națională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector 1 București. Tarif pentru întreprinderi: lei 180 anual; tarif pentru abonamente individuale: lei 30 anual. Prețul unui exemplar lei 8. Taxele poștale plătite în numerar pe anul 1972 conform aprobării D.P.D.P. nr. 10/9416/1971.

Lei 8

I. P. I. c. 1352

14 330

Pour tous travaux miniers et géologiques s'adresse à

geomin

GEOMIN

ENTREPRISE D'ÉTAT DE COMMERCE EXTÉRIEUR
SPLAIUL INDEPENDENȚEI 202 ● BOUCAREST – ROUMANIE
● TÉLÉPHONE : 13.00.94 ● TELEX : 01 12 63

GEOMIN assure la mise en valeur des gisements de minerais par la livraison d'installations complètes, avec la technologie la plus moderne et des méthodes de grande efficience

Des instituts spécialisés et un personnel hautemen qualifié assurent l'exécution de :

prospections et explorations géologiques, recherches technologiques de laboratoire et dans des installations pilote :

— études de faisabilité pour différents types de gisements ;

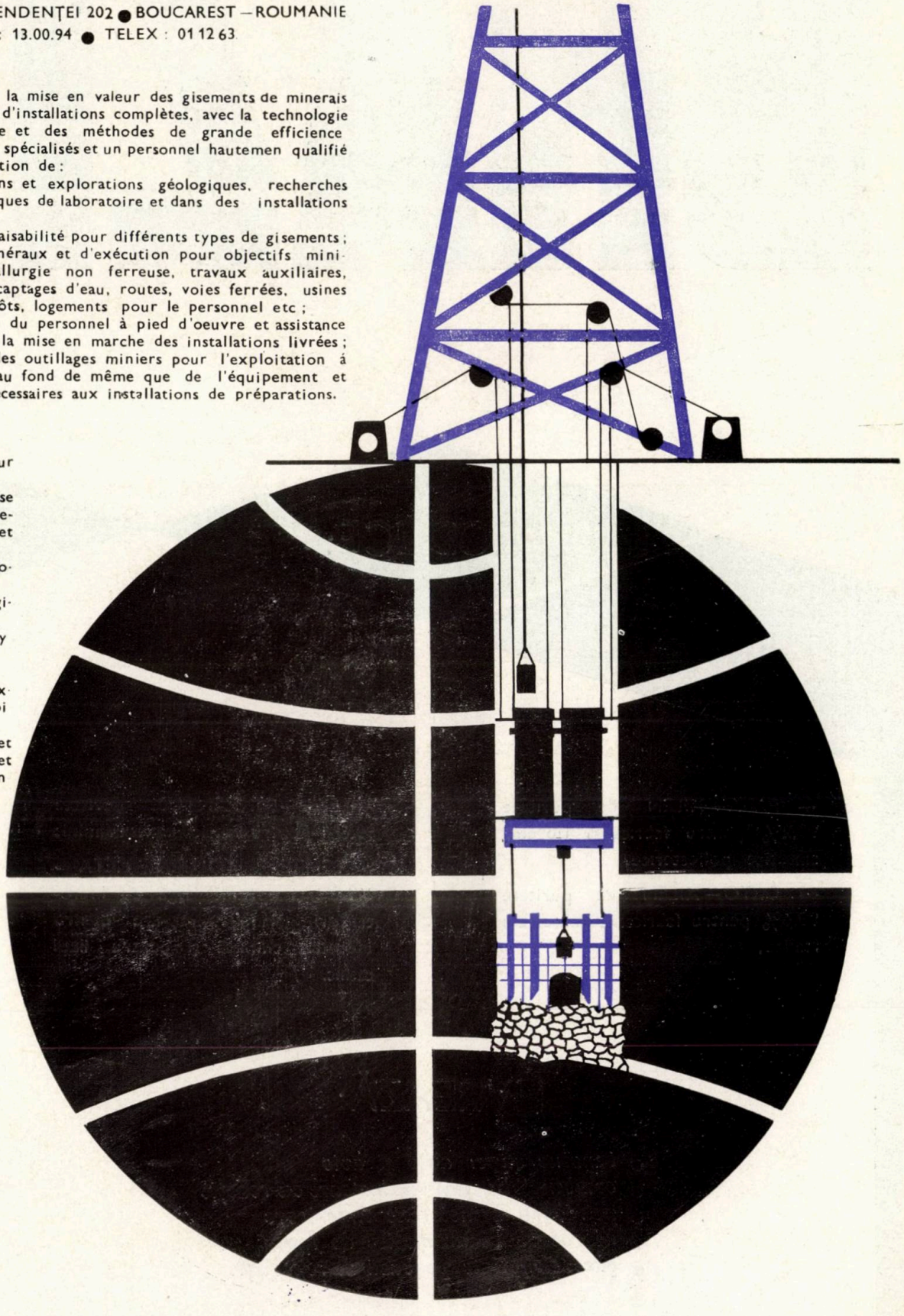
— projets généraux et d'exécution pour objectifs miniers et de métallurgie non ferreuse, travaux auxiliaires, aménagements, captages d'eau, routes, voies ferrées, usines électriques dépôts, logements pour le personnel etc ;

— instruction du personnel à pied d'oeuvre et assistance technique pour la mise en marche des installations livrées ;

— livraison des outillages miniers pour l'exploitation á ciel ouvert ou au fond de même que de l'équipement et des machines nécessaires aux installations de préparations.

GEOMIN offre aussi pour l'extraction de pétrole :

— études de synthèse pour évaluer les gisements de pétrole et de gaz
— programmes d'exploration
— prospections géologiques
— prospections géophysiques
— forage structural
— forage de puits d'exploration et d'exploitation
— projets, livraison et construction d'utilités et installations annexes (conduits, réservoirs etc.)



RAFINARIA

BRAZI

PRODUCE:

— PARA—XILEN de puritate 99,2% pentru fabricarea fibrelor sintetice poliesterice,

— ORTO—XILEN de puritate 99,6% pentru fabricarea anhidridei ftalice,

— ETIL—BENZEN de puritate 99,6% pentru fabricarea stirenului;

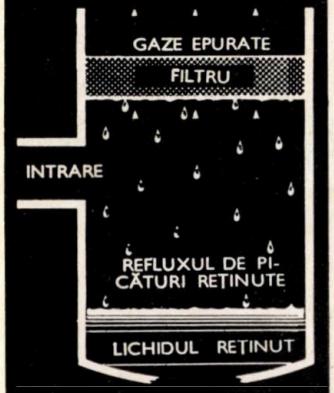
— BENZEN, TOLUEN, META—XILEN şi o gamă largă de hidrocarburi parafinice uşoare pentru industria chimică şi pentru uzul casnic.

LIVREAZĂ:

- *benzine super auto şi avio*
- *combustibili pentru motoare cu reacţie*
- *petroluri şi motorine superioare*
- *hidrocarburi aromatice de înaltă puritate*
- *gaze lichefiate pe bază de repartiţii*

COSTACURTA

PENTRU
INDUSTRIA PETROLULUI
ŞI
INDUSTRIA PETROCHIMICĂ

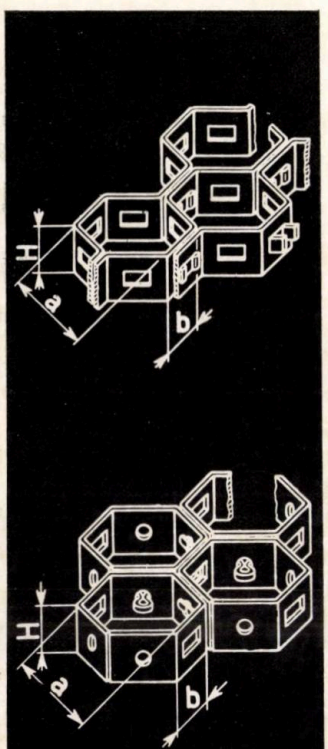


VICO - Tex ®

(Separatoare de ceaţă/separatoare de picături)

Preîntîmpină antrenarea lichidelor în toate procesele gaz-lichid.

Materiale: Oţel antiacid 410, 430, Oţel antiacid 304, 321, 347 Nichel, Metal-monel® Inconel,® Incoloy® 625 şi 825, Carpenter® 20, Titan pur, Hastelloy® B şi C, Teflon FEP® monofilamentar Polietilenă monofilamentară, Polipropilenă monofilamentară, Saran® monofilamentar, Oţel antiacid şi fibră de sticlă, Oţel antiacid şi polipropilenă multifilamentară.



VICO - Still ®

(celule hexagonale)

Fixează şi armează căptuşelile de injecţie sau căptuşelile de turnare monolitice.

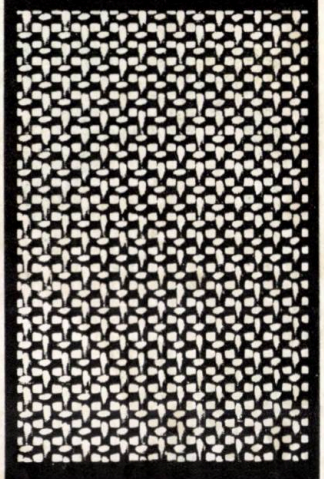
*

INDUSTRIA METALURGICĂ

VIRGILIO COSTACURTA

S.A.S.

20161 MILANO (Italy)
Via Grazioli, 30
Tel. 6455741 (4 lines)
Telex 33305 VICO MILANO



ŢESĂTURI METALICE

Ţesături metalice şi repere din împletituri de sîrmă pentru industrie

VICO - Rel ®

PLASE METALICE
SUDATE ELECTRIC

GRUPUL INDUSTRIAL DE CHIMIE RM. VÎLCEA

Produce

PRODUSE CLOROSODICE

Sodă caustică solidă (procedeul caustificare) — conținut de hidroxid de sodiu — min. 98.%
Sodă caustică (procedeul electrolitic) — conținut de hidroxid de sodiu min. 98.%
Sodă calcinată
Sodă caustică soluție 50% (produs electrolitic)
Sodă caustică soluție 45% (produsă prin procedeul amoniacal)
Silicat de sodiu soluție

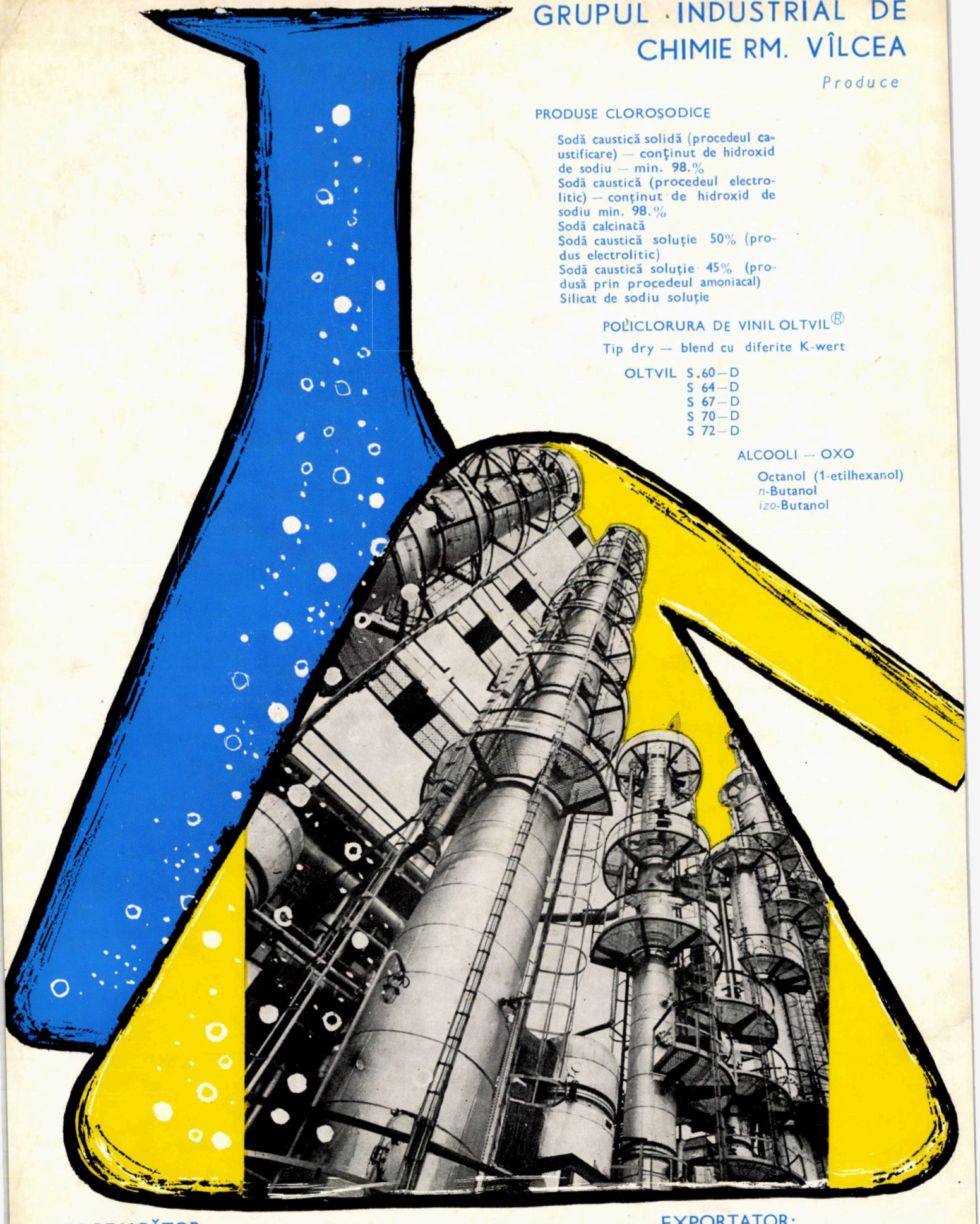
POLICLORURA DE VINIL OLTVIL®

Tip dry — blend cu diferite K-wert

OLTVIL S.60—D
S 64—D
S 67—D
S 70—D
S 72—D

ALCOOLI — OXO

Octanol (1-etilhexanol)
n-Butanol
izo-Butanol



PRODUCĂTOR:

Grupul Industrial de Chimie — Rm. Vîlcea
Rm. Vîlcea — Jud. Vîlcea
Tel.: 16 100 ◇ Telex: 018416

EXPORTATOR:

CHIMIMPORT—BUCUREȘTI
Bd. Republicii nr. 10
Telef. 16.06.36. ◇ Telex: 184—184

E 1445

AUGUST 1972
Vol. 23, p. 445 — 512

8

BUCUREȘTI
ROMÂNIA

PETROL ȘI GAZE

PGAZAC 23 (8) 445 — 512 (1972)

GRUPUL INDUSTRIAL DE CHIMIE RM. VÎLCEA

Produce

PRODUSE CLOROSODICE

Sodă caustică solidă (procedeul caustificare) — conținut de hidroxid de sodiu — min. 98 %
Sodă caustică (procedeul electrolitic) — conținut de hidroxid de sodiu min. 98 %
Sodă calcinată
Sodă caustică soluție 50% (produs electrolitic)
Sodă caustică soluție 45% (produsă prin procedeul amoniacal)
Silicat de sodiu soluție

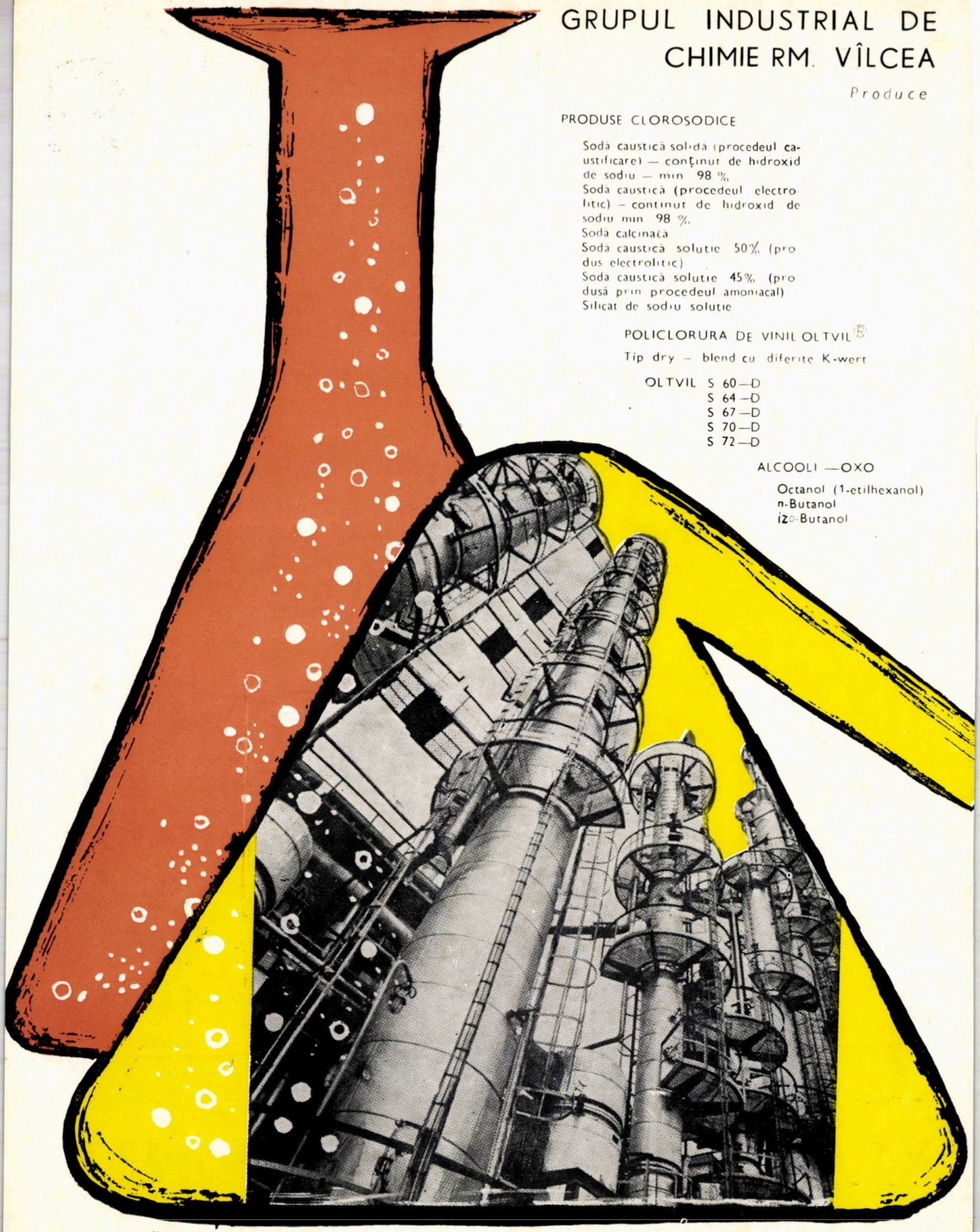
POLICLORURA DE VINIL OLTVIL®

Tip dry — blend cu diferite K-wert

OLTVIL S 60—D
S 64—D
S 67—D
S 70—D
S 72—D

ALCOOLI —OXO

Octanol (1-etilhexanol)
n-Butanol
izo-Butanol



PRODUCĂTOR:

Grupul Industrial de Chimie — Rm. Vîlcea
Rm. Vîlcea — Jud. Vîlcea
Tel.: 16 100 ◇ Telex: 018416

EXPORTATOR:

CHIMIMPORT—BUCUREȘTI
Bd. Republicii nr. 10
Telef. 16.06.36. ◇ Telex: 184—184

PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL INSTITUTULUI CENTRAL DE CERCETĂRI CHIMICE – BUCUREŞTI DIN MINISTERUL INDUSTRIEI CHIMICE şi al INSTITUTULUI DE CERCETARE ŞI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ŢIŢEI ŞI GAZE – CÎMPINA DIN MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

VOL. XXIII, Nr. 8
august 1972

CUPRINS

* * * **Documentele Conferinţei Naţionale a Partidului Comunist Român, vast program de dezvoltare a industriei României** 451—455

G. Pârvu: **Microtectonica flişului unităţii externe, zona Greşu-Lepşa** 457—460

M. N. Filipescu şi D. Istocescu: **Cercetări în legătură cu originea şi compoziţia chimică a gazelor naturale din depresiunea panonică** 461—464

V. Voinea şi L. Bălăuţă: **Aspecte geologice ale platformei moldoveneşti pe baza datelor de foraj** 465—467

I. Tohăneanu şi N. Caliniac: **Aplicarea analizei radiometrice la determinarea compoziţiei chimice a apelor de strat şi a filtratelor de noroi** 468—472

I. Avramescu: **Aplicaţii ale teoriei grafelor la planificarea şi conducerea lucrărilor de proiectare** 473—477

E. Diculescu: **Noutăţi în domeniul etanşării elementelor de conducte şi al aparaturii statice** 478—484

N. Mărculescu şi S. Raşeev: **Dezasfaltarea reziduurilor petroliere cu propan în prezenţă de solvenţi polari. IV. Dezasfaltarea în contracurent cu propan şi furfurol** 485—490

S. Raşeev şi Gh. I. Bărbatu: **Consideraţii asupra temperaturilor de autoaprindere a hidrocarburilor pure şi a unor amestecuri ale acestora** 491—496

D. David, I. Cojocaru şi M. Georgescu: **Piroliza rafinatelor şi a benzinelor medii la regim sever de craeare** 497—502

Realizări din întreprinderi 496

Cronică 503—505

Documentare 505—509

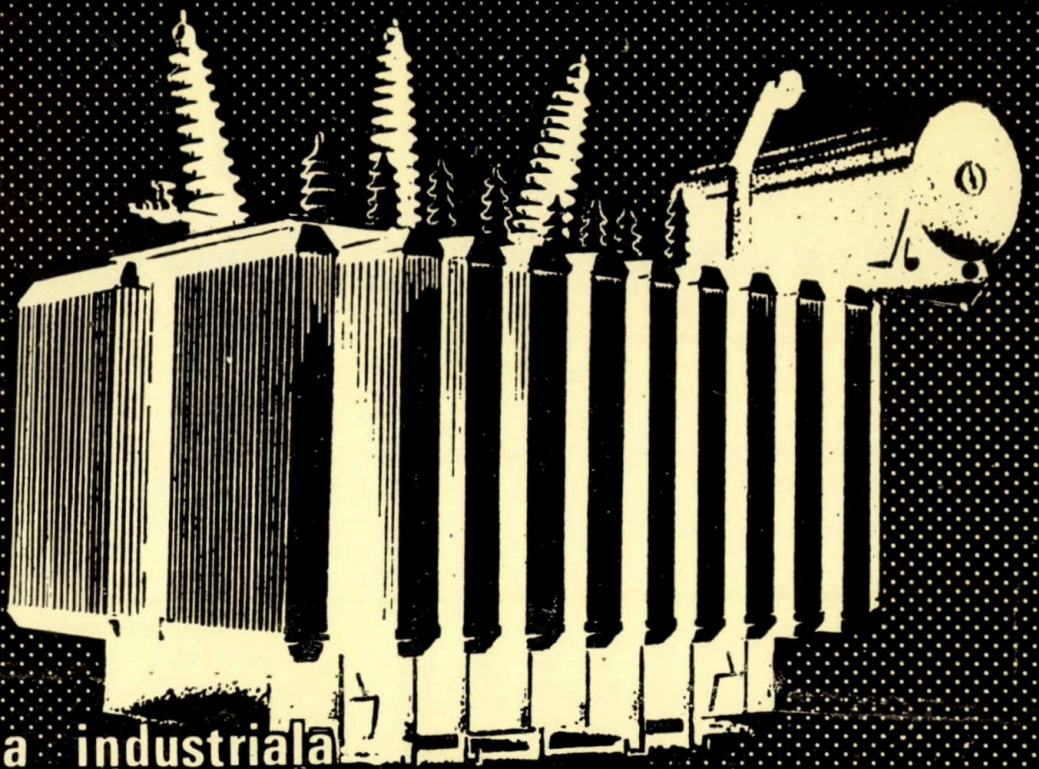
Informaţii tehnico-economice 509—511

Recenzii 472, 511

COMITETUL DE REDACŢIE

Dr. Ing. Gh. ALDEA, redactor responsabil, dr. ing. Gh. DONŢOV — DANU, redactor responsabil adjunct, dr. ing I. AVRAMESCU, ing. M. BUTUC, ing. V. COMAN, ing. V. COVRIG, ing. V. FILIP, ing. I. GEANGĂLĂ, conf. dr. ing. Gh. GEORGESCU, prof. dr. docent ing. Gr. IOACHIM, membru corespondent al Academiei R.S.R., ing. N. IOANESI, ing. M. LEU, ing. V. NICA, dr. geolog, D. PARASCHIV, chim. F. POPESCU, ing. V. POPESCU, dr. ing. N. PUŞCOIU, dr. ing. I. ZÎRNĂ

Redactor
ing. Aurelia Buricatu



Centrala industriala
pentru prelucrarea țițeiului

RAFINĂRIA PLOIEȘTI

RAFINĂRIA PLOIEȘTI

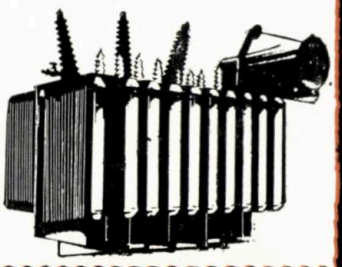
Bd. Petrolului nr. 59
Telefon 10220

PRODUCE ȘI LIVREAZĂ PENTRU EXPORT:

DUPĂ NORMELE INTERNAȚIONALE

V D E	0370/10.66
B.S.	148/1959
I.S.	355/1963
GOST	982/1956

ULEIURI ELECTROIZOLANTE
LIVRAREA LA CERERE ÎN CISTERNE CF
SAU AMBALATE ÎN BUTOAIE A 200 LITRI



CONTENTS

* * * **The Documents of the National Conference of the Romanien Communist Party— a Vast Development Programme of the Romanian Industry** 451—455

G. Pârvu: **The Flysch Microtectonics of the External Unit Zona Greşu-Lepşa** 457—460

M. N. Filipescu, D. Istocescu: **Research Concerning the Origin and Chemical Composition of Natural Gases in the Pannonian Depression** 461—464

V. Voinea, L. Bălăuţă: **Geological Aspects of the Moldavian Platform in the Light of Drilling Data** 465—467

I. Tohăneanu, N. Caliniac: **Application of the Radiometrie Analysis to the Determination of the Chemical Composition of Layer Waters and Mud Filtrates** 468—472

I. Avramescu: **Applications of the Graph Theory to the Planning and Direction of Designing Works** 473—477

E. Diculescu: **Some New Developments in the Field of Tightening of Line Elements and Static Apparatus** 478—484

N. Mărculescu, S. Raşeev: **The Deasphaltizing of Oil Residues with Propane in the Presence of Polar Solvents. IV. Deasphaltizing in Counterflow with Propane and Furfurol** 485—490

S. Raşeev, Gh. I. Bărbatu: **Some Considerations concerning the Self-Ignition Temperatures of Pure Hydrocarbons and of Several of their Mixtures** 491—496

D. David, I. Cojocaru, M. Georgescu: **The Pyrolisis of Refined Products and Medium Petrols in Severe Cracking Regime** 497—502

G. Pârvu: **The Flysch Microtectonics of the External Unit Zona Greşu-Lepşa**

The data obtained from the research carried out on the flysch microtectonics of the External Unit of Eastern Carpathians demonstrate that the fissuring of the formations from this unit has been generated by general tensional field resulted from the centripetal tangential forces which gave rise to anticlinal fold. In this connection, the microtectonics is considered synchronous with the folding of the zone since it is genetically related to the same tectonic processes.

In the area, the main role of microtectonics is to facilitate the circulation of the fluids between two or more layers or rock blocks.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 8, p. 457
D.C. 551.78

M. N. Filipescu, D. Istocescu: **Research Concerning the Origin and Chemical Composition of Natural Gases in the Pannonian Depression**

The chemical composition of the gases from the hydrocarbon carrying formations i.e. Fundamental, Upper Cretacic, Palaeocene, Miocene and Pliocene as a function of depth has been studied.

It is attempted to establish the origin of the different components and by following the value $\frac{iC_4}{nC_4}$ and $\frac{iC_5}{nC_5}$ in the gases from different formations, but in the same well, the character of primary deposits of hydrocarbon accumulations in the Pannonian Depression is established,

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 8, p. 461
D.C. 551.781.782.2

I. Tohăneanu, N. Caliniac: **Appilcation of the Radiometrie Analysis to the Determination of the Chemical Composition of Layer Waters and Mud Filtrates**

The paper discusses the establishment of the chemical composition of layer fluids taken with layer samplers with geophysical cable by radiometric analysis methods

The description is given of the main radiometric analysis methods applicable to the analysis of layer fluids including a theoretical substantiation, the experiments made, the results obtained with each analysis method special mention being made concerning the sensitivity, the accuracy and the execution speed.

Particularly advantageous proved to be the method by radioactivation with neutrons whose results corroborated with those of the other radiometric analyses and with those obtained with the layer samplers offer theoretically and practically interpretation possibilities.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 8, p. 468
D.C. 553.981/982:543.52

E. Diculescu: **Some New Developments in the Field of Tightening of Line Elements and Static Apparatus**

The paper presents some recent achievements in the field of tightening of hydraulic apparatus and circuits, several new types of gaskets, original or improved solutions presently used on a world-wide level.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 8, p. 478
D.C. 622.692.473

S. Raşeev, Gh. I. Bărbatu: **Some Considerations concerning the Self-Ignition Temperatures of Pure Hydrocarbons and of Several of their Mixtures**

The results are given of determinations of self-ignition temperatures and self-ignition induction periods carried out by using the ASTM D 2 155 — 63 T method with 44 pure hydrocarbons (table 1) and some of their mixtures.

Some new conclusions have been obtained concerning the influence of the triple bond, of the cis or trans form, of the position of the primary, secondary, tertiary etc. carbon atom on the value of the self-ignition temperature. In the mixtures there have been found induction periods lower than the induction period of the component with smallest τ.

By studying the τ variation with the self-ignition temperature, it has been found that it was parabolic in paraffins and linear in the aromatics and isoparaffins.

Some empirical correlations have been found between COF_2 and the physical and self-ignition properties for the pure hydrocarbons which allow to calculate the octane number with a higher accuracy than the relations found in the literature.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr.8, p. 491
D.C. 543.873

СОДЕРЖАНИЕ

* * * **Документы Национальной Конференции Румынской Коммунистической Партии, обширная программа по развитию промышленности Румынии** 451—455

Г. Пырву: **Микротектоника флиша внешней единицы-зона Грешу-Лепша** 457—460

М. Н. Филипеску, Д. Источеску: **Исследования в связи с происхождением и химическим составом природных газов из Панонской Депрессии** 461—464

В. Войня, Л. Бэлэуцэ: **Новые геологические аспекты по Молдавской платформе на основе буровых данных** 465—467

И. Тохэняну, Н. Калиниак: **Применение радиометрического анализа при определении химической композиции пластовых вод и фильтрата глинистого раствора** 468—472

И. Аврамеску: **Применение теории граф в планировании и управлении работ по проектированию** 473—477

Е. Дикулеску: **Новое в области уплотнения элементов трубопроводов и статической аппаратуры** 478—484

М. Мэркулеску, С. Рашеев: **Дезасфальтирование нефтяных остатков пропаном в присутствии полярных растворителей. IV. Дезасфальтирование в противотоке пропаном и фурфуролом** 485—490

С. Рашеев, Г. И. Бэрбату: **Соображения относительно температур по самозагоранию чистых углеводородов и некоторых их смесей** 491—496

Д. Давид, И. Кожокару, М. Жеоржеску: **Пиролиз рафинатов и средних бензинов в строгом режиме крекинга.** 497—502

Г. Пырву: **Микротектоника флиша внешней единицы-зона Грешу-Лепша**

Данные полученные в результате исследований проведенных по микротектонике флиша Внешней Единицы Восточных Карпат указывают что разрыв формаций на протяжении этой единицы происходит из за общего тензионального поля, происходящего из за центростремительных скоростей которые произвели антиклинальные складки. В этом смысле, микротектоника считается синкронной со складкообразованием зоны, т.к. с точки зрения генетики она связана одним и темже тектоническим процессом. В этом районе главная роль микротектоники состоит в том что бы содействовать циркуляции флюидов между двумя или несколькими пластами или блоками пород.

Petrol şi Gaze,**23**, 1972, nr. 8, p. 457
Д.К. 551.78

М. Н. Филипеску, Д. Источеску: **Исследования в связи с происхождением и химическим составом природных газов из Панонской Депрессии**

Исследуется химический состав газов из углеводородов несущих формаций: Фундамент, верхний мел, палеоген, миоцен и плиоцен в зависимости от глубины. Пытаются установить происхождение различных составов, а путем следующих значений $\frac{i\,C_4}{n\,C_4}$ и $\frac{i\,C_5}{n\,C_5}$ в газах из различных формаций, но из одной и той же скважины устанавливается характер первичных залежей накопления углеводородов из Панонской Депрессии.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 8, p. 461
Д.К. 551.781.782.2

И. Тохэняну, Н. Калиниак: **Применение радиометрического анализа при определении химической композиции пластоых вод и фильтрата глинистого раствора**

Работа относится к определению химической композиции пластовых флюидов собранных пластовыми пробоотборниками с геофизическим тросом, радиометрическими методами анализа. Приводятся главные радиометрические методы анализа применяемые при анализе пластовых флюидов, с теоретическим обоснованием, испытаниями и с результатами полученными для каждого метода анализа, с отметкой относительно чувствительности, точности и скоростью их проведения. Очень выгодно показал себя метод анализа при помощи радиоактивации нейтронами, результаты которого сопоставили с другими радиометрическими анализами и результатами полученными пластовыми пробоотборниками, дающие возможность провести теоретическую и практическую интерпретацию.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 8, p. 468
Д.К. 553.981/982:543.52

Е. Дикулеску: **Новое в области уплотнения элементов трубопроводов и статической аппаратуры**

В настоящей работе приводятся недавние достижения в области уплотнения аппаратуры и гидравлических потоков, новые типы манжетного уплотнения, оригинальные или улучшенные решения, применяемые в настоящее время в мировом маштабе.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 8, p. 478
Д.К. 622.692.473

С. Рашеев, Г. И. Бэрбату: **Соображения относительно температур по самозагоранию чистых углеводородов и некоторых их смесей**

Настоящая работа содержит результаты определения температур по самозагоранию и индуктивных периодоз самозагорания применяя метод АСТМ Д 2155—63 Т для 44 чистых углеводородов (таблица I) и ряда их смесей. Получили новые заключения по влиянию величины температуры самовозгорания тройной связи формы цис или транс, по позиции атома первичного, вторичного, третичного и т.д. углерода. У смесей констатировали меньшие периоды индукций чем период индукций компоненты с самым малым τ. Изучали изменения τ в связи с температурой самозагорания, констатируя параболическое у парафинов и линейное τ ароматических и изопарафиновых. Получили эмпирические корреляции между COF_2 и физическими свойствами по самозагоранию чистых углеводородов, которые позволяют вычислить октановое число с большей точностью чем другими отношениями из литературы.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 8, p. 491
Д.К. 544.873

INHALT

* * * **Die Dokumenten der Landeskonferenz der Rumänischen Kommunistischen Partei, ein weites Entwicklungsprogram der Industrie in Rumänien.** 451—455

G. Pârvu: **Mikrotektonik des Flysches in der Ausseneinheit der Zone Greşu-Lepşa** 457—460

M. N. Filipescu, D. Istocescu: **Forschungen in bezug auf die Herkunft und die chemische Zusammensetzung der Naturgase in der Pannonischen Depression** 461—464

V. Voinea, L. Bălăuţă: **Geologische Aspekte der moldauischen Plattform auf Grund der Bohrdaten** 465—467

I. Tohăneanu, N. Caliniac: **Anwendung der radiometrischen Analyse zur Festlegung der chemischen Zusammensetzung der Schichtflüssigkeiten und der Schlammfiltrate** 468—472

I. Avramescu: **Anwendung der Netztafeltheorie bei der Planung und Leitung der Entwurfsarbeiten** 473—477

E. Diculescu: **Neuheiten im Bereich der Abdichtungen der Leitungselemente und der statischen Apparatur** 478—484

N. Mărculescu, S. Raşeev: **Entasphaltierung der Erdölrückstände mit Propan in Anwesenheit polarer Lösungsmittel (IV) Entasphaltierung im Gegenstrom mit Propan und Furfurol** 485—490

S. Raşeev, Gh. I. Bărbatu: **Erwägungen in bezug auf die Selbstentzündungstemperatur reiner Kohlenwasserstoffe und einiger ihrer Gemische** 491—496

D. David, I. Cojocaru, M. Georgescu: **Pyrolyse der Raffinate und mittleren Benzine im strengen Krackungsbetrieb** 497—452

G. Pârvu: **Mikrotektonik des Flysches in der Ausseneinheit der Zone Greşu-Lepşa.**

Die Ergebnisse der Forschungen in bezug auf die Mikrotektonik des Flysches in der Ausseneinheit der Ostkarpaten erbrachten den Beweis, dass die Rissbildung in den Formationen dieser Einheit durch ein allgemeines Spannungsfeld, als Folge der tangentialen zentripetalen Kräfte, die Sattelfaltungen hervorgerufen haben, zurückzuführen ist. Von diesem Standpunkt aus, wird die Mikrotektonik als synchron, mit der Faltenbildung verlaufend angesehen, da sie genetisch an die gleichen tektonischen Prozesse gebunden ist.

In diesem Gebiet kommt der Mikrotektonik in erster Linie die Rolle zu, die Zirkulation der Flüssigkeiten zwischen zwei oder mehreren Schichten oder Gesteinblöcken zu vermitteln.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 8. p. 457
D.K. 551.78

M.N. Filipescu, D. Istocescu: **Forschungen in bezug auf die Herkunft und die chemische Zusammensetzung der Naturgase in der Pannonischen Depression**

Es wird die chemische Zusammensetzung der Gase in den Kohlenwasserstofflagerstätten: Tischfundament, Obere Kreide, Paläogen, Myozän und Plyozän im Verhältnis zur Tiefe untersucht.

Dabei wird der Versuch unternommen, die Herkunft der verschiedenen Bestandteile festzulegen. Durch die Verfolgung der Werte $\frac{i\,C_4}{nC_4}$ und $\frac{i\,C_5}{nC_5}$ in den Gasen verschiedener Formationen, doch aus der gleichen Sonde, wird der Charakter der primären Schicht der Kohlenwasserstoffanlagerungen in der Pannonischen Depression bestimmt.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 8. p. 461
D.K. 551.781.782.2

I. Tohăneanu, N. Caliniac: **Anwendung der radiometrischen Analyse zur Festlegung der chemischen Zusammensetzung der Schichtflüssigkeiten und der Schlammfiltrate**

Die Arbeit bezieht sich auf die Festlegung der chemischen Zusammensetzung der Schichtflüssigkeiten, die mit Schichtprobeentnehmern mit geophysikalischem Kabel gewonnen und einer radiometrischen Analyse unterzogen wurden.

Es werden die wichtigsten radiometrischen Analysemethoden ,die sich zur Analyse der Schichtflüssigkeiten eignen, die theoretische Grundlegung, Verschiedene Versuche und die Ergebnisse der einzelnen Analysemethoden dargelegt, wobei auf die Empfindlichkeit, Genauigkeit und Ausführungsdauer Bezug genommen wird.

Besonders vorteilhaft erwies sich die Analysemethode durch Radioaktivierung mit Neutronen, deren Ergebnisse, ergänzt durch die Ergebnisse der übrigen radiometrischen Analysen und der Schichtprobeentnehmer, interessante Möglichkeiten der theoretischen und praktischen Auswertung bieten.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 8, p. 468

D.K. 553.981/982; 543.52

E. Diculescu: **Neuheiten im Bereich der Abdichtungen der Leitungselemente und der statischen Apparatur**

Der Verfasser beschreibt einige der jüngsten Leistungen im Bereich der Abdichtung von Apparaturen und hydraulischen Kreisläufen, neue Typen von Dichtungen sowie, neuartige oder verbesserte Lösungen, die zur Zeit auf Weltebene angewandt wurden.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 8, p. 478

D.K. 622.692.473

S. Raşeev, Gh. I. Bărbatu: **Erwägungen in bezug auf die Selbstentzündungstemperatur reiner Kohlenwasserstoffe und einiger ihrer Gemische**

Die im Artikel dargelegten Ergebnisse wurden durch die Bestimmung der Selbstentzündungstemperaturen und der Induktionsperioden der Selbstentzündung bei 44 reinen Kohlenwasserstoffen (Tabelle 1) und deren Gemischen mit Hilfe der Methode ASTM D 2155-63 T erzielt. Es wurden neue Schlussfolgerungen in bezug auf den Einfluss der Grösse der Temperaturwerte der Selbstentzündung, der dreifachen Bindung, der Cis-oder Trans-Form, der Stellung des primären, sekundären, tertiären Kohlenstoffatoms usw. gezogen. Bei Gemischen wurden kleinere Induktionsperioden als die Induktionsperiode des Bestandteils mit dem kleinesten τ festgestellt.

Es wurde die τ Veränderung im Verhältnis zur Selbstentzündungstemperatur untersucht und festgestellt, dass diese bei Paraffin parabolisch und bei aromatischen und isoparaffinischen Kohlenwasserstoffen linear verläuft.

Es wurden empirische Korrelationen zwischen COF_2 und den pysikalischen Eigenschaften und der Selbstentzündung für reine Kohlenwasserstoffe erzielt, die eine Berechnung der Oktanziffer mit einer grösseren Genauigkeit als andere, in der Fachliteratur angeführte Relationen ermöglichen.

Petrol şi Gaze, **23** 1972, nr. 8. p. 491
D.K. 543.873

SOMMAIRE

* * * **Les documents de la Conférence Nationale du Parti Communiste Roumain-un vaste programme de développement de l'industrie de la Roumanie** 451—455

G. Pârvu : **La microtectonique du flysch de l'unité externe zona Greşu-Lepşa** 457—460

M.N. Filipescu, D. Istocescu : **Recherches sur l'origine et la composition chimique des gaz naturels de la Dépression Pannonienne** 461—464

V. Voinea, L. Bălăuţă: **Aspects géologiques de la Plateforme Moldave à la lumière des données de forage** 465—467

I. Tohăneanu, N. Caliniac : **Application de l'analyse radiométrique à la détermination de la composition chimique des eaux de couche et des de forage filtrés** 468—472

I. Avramescu : **Applications de la théorie des graphes à la planification et à la conduite des travaux d'établissement des projets** 473—477

E. Diculescu : **Nouveautés dans le domaine de l'étanchéité des éléments de conduites et de l'appareillage statique** 478—484

N. Mărculescu, S. Raşeev : **Le désasphaltage des résidus pétroliers à propane en présence de solvants polaires.IV. Le désasphaltage à contre-courant avec du propane et du furfurol** 485—490

S. Raşeev, Gh. I. Bărbatu : **Considérations sur les températures d'autoallumage des hydrocarbures purs et de certains mélanges de ceux-ci** 491—496

D. David, I. Cojocaru, M. Georgescu : **La pyrolyse des raffinés et des essences moyennes au régime sévère de craquage** 497—502

G. Pârvu : **La microtectonique du flysch de l'unité externe Zona Greşu-Lepşa**

Les données obtenues à la suite des recherches effectuées sur la microtectonique du flysch de l'unité externe des Carpates Orientales émontrent que la fissuration des formations appartenant à cette zone a été engendrée par un champ tensionnel général résulté des forces tangentielles centripètes qui ont donné naissance aux plis anticlinaux. Dans cette optique, la microtectonique est considérée synchrone avec le plissement de la zone, car elle est génétiquement liée aux mêmes processus tectoniques.

Dans la région, le rôle principal de la microtectonique est celui de faciliter la circulation des fluides entre deux ou plusieurs couches ou blocs de roche.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 8, p. 457
C.D. 551.78

M.N. Filipescu, D. Istocescu : **Recherches sur l'origine et la composition chimique des gaz naturels de la Dépression Pannonienne**

On étudie la composition chimique des gaz des formations porteuses d'hydrocarbures : Fondement, Crétacique supérieur, Paléocène, Miocène et Pliocène, en fonction de la profondeur.

On essaye d'établir l'origine des différents composants et en suivant la valeur $\frac{i C_4}{n C_4}$ et $\frac{i C_5}{n C_5}$ dans les gaz des différentes formations, mais de la même sonde, on établit le caractère de gisements primaires des accumulations d'hydrocarbures de la Dépression Pannonienne.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 8, p. 461
C.D.551.781.782.2

I. Tohăneanu, N. Caliniac : **Application de l'analyse radiomètrique á la détermination de ia composition chimique des eaux de couche et des de forage filtrés**

L'article se réfère à l'établissement de la composition chimique des fluides de couche récoltés par des dispositiv pour effectuer des essais de couche à câble géophysique par des méthodes radiométriques d'analyse.

On présente les principales méthodes radiométriques d'analyse applicables à l'analyse des fluides de couche y compris les fondements théoriques, les expériences, les résultats obtenus par chaque méthode d'analyse, mention étant faite sur la sensibilité, la précision et la rapidité d'exécution de celles-ci.

Particulièrement avantageuse s'est avérée la méthode d'analyse par radioactivation aux neutrons dont les résultats corroborés avec ceux des autres analyses radiométriques et ceux obtenus par des dispositiv pour effectuer des essais de couche offrent des possibilités d'interprétation intéressantes du point de vue théorique et pratique.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972 nr. 8, p. 468
C.D. 553.981/982:543.52

E. Diculescu : **Nouveautés dans le domaine de l'étanchéité des éléments de conduites et de l'appareillage statique**

L'article présente des réalisations récentes dans le domaine de l'étanchéité de l'appareillage et des circuits hydrauliques, de nouveaux types de garniturse d'étanchéité, des solutions originales ou améliorées, utilisées à présent à l'échelon mondial.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 8, p. 478
C.D. 622.692.473

S. Raşeev, Gh. I. Bărbatu : **Considérations sur les températures d'autoallumage des hydrocarbures purs et de certains mélanges de ceux-ci**

L'article contient les résultats des déterminations des températures d'autoallumage et des périodes d'induction de l'autoallumage obtenus par la méthode ASTM D 2155—63 T appliqueé à 44 hydrocarbures purs (tableau 1) et à certains mélanges de ceux-ci.

On a obtenu des conclusions nouvelles en ce qui concerne l'influence sur la valeur de la température d'autoallumage de la triple liaison, de la position de l'atome de carbone primaire, secondaire, tertiaire. etc. Chez les mélanges, on a constaté des périodes d'induction plus petites que la période d'induction de la composante au τ le plus petit.

On a étudié la variation du τ avec la température d'autoallumage et on a constaté qu'elle était parabolique chez les paraffines et linéaire chez les aromatiques et les isoparaffines.

Des corrélations empiriques ont été obtenues entre COF_2 et les propriétés physiques et d'autoallumage pour des hydrocarbures purs, lesquelles permettent de calculer l'indice d'octane de façon plus précise que par d'autres relations mentionnées dans la littérature.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 8, p. 491
C.D. 543.873

Documentele Conferinței Naționale a Partidului Comunist Român, vast program de dezvoltare a industriei României

Conferința Națională a partidului, întrunită în zilele de 19—21 iulie 1972, a avut ca obiect să analizeze, în cel mai înalt for al țării, modul de realizare a sarcinilor trasate de Conferința din 1967 și de Congresul al X-lea al Partidului Comunist Român, să treacă în revistă rezultatele obținute și, ceea ce este mai important, să stabilească liniile directoare, privind: dezvoltarea economico-socială a României în următorii ani și în perspectivă, perfecționarea conducerii planificate a societății noastre și dezvoltarea democrației socialiste, creșterea rolului conducător al partidului în edificarea socialismului și comunismului, activitatea internațională a partidului și statului nostru.

Conferința a stabilit căile de urmat pentru continuarea procesului de perfecționare a planificării și conducerii economiei, a întregii vieți sociale, în concordanță cu cerințele actualei etape a evoluției țării noastre, cu obiectivele fundamentale ale făuririi societății socialiste multilateral dezvoltate pe pămîntul României.

Conferința a analizat, totodată, stadiul îndeplinirii planului cincinal 1971—1975, elaborînd noi măsuri în vederea realizării și depășirii prevederilor acestuia, în scopul determinării unui nou avînt în activitatea economico-socială din patria noastră, pentru impulsionarea dezvoltării forțelor de producție, sporirea și mai rapidă a avuției naționale, perfecționarea organizării societății și creșterea nivelului de trai al întregului popor român.

Se poate spune cu toată convingerea că în sala Conferinței, în aceste zile de iulie '72 s-au pus temeliile României de mîine, al „viitorului strălucit al nostru, al copiilor noștri și al urmașilor, urmașilor noștri".

Raportul Secretarului General al partidului, tov. Nicolae Ceaușescu, fundamentat pe concepția materialist-dialectică și istorică despre viață și pe o analiză profund științifică a schimbărilor produse în societate, a prezentat orientările și liniile directoare pentru elaborarea prognozelor privind dezvoltarea economico-socială pînă în anul 1990.

Conferința Națională se înscrie în istoria Partidului Comunist Român, a națiunii noastre socialiste, ca un moment important în lupta pentru progres și civilizație. În cursul dezbaterilor a fost evidențiat puternicul avînt creator al maselor de pe întreg teritoriul țării, în lupta pentru descoperirea de noi rezerve de îmbunătățire a activității economico-sociale stabilindu-se măsuri pentru folosirea lor cît mai eficientă.

Analizînd rezultatele obținute și posibilitățile existente, cei peste 2 000 de delegați și invitați au apreciat că angajamentele luate în cadrul conferințelor județene de partid, la propunerea Conferinței Municipiului București, de a îndeplini planul cincinal în 4 ani și jumătate sînt pe deplin realizabile, urmînd să se ia măsuri pentru obținerea a cît mai multe produse fizice cu cheltuieli cît mai scăzute, și anume — toate aceste plusuri de producție urmînd să se obțină în limita fondurilor de investiții și de producție stabilite inițial prin planul cincinal.

În ceea ce privește rezultatele obținute pînă în prezent în primii ani ai actualului cincinal, din raportul Secretarului General rezultă că producția globală industrială, dezvoltîndu-se într-un ritm de 11,5% în anul 1971 și în primul semestru al acestui an, a depășit cu circa 11 miliarde lei

prevederile planului; produsul social a sporit în anul trecut cu 11,2%, iar venitul național cu 12,8%, fapt ce reflectă valorificarea mai judicioasă a resurselor, respectiv creșterea eficienței activității noastre economice. Toate aceste rezultate dau garanția că este asigurată dezvoltarea ascendentă a economiei, științei și culturii, ridicarea nivelului de trai, progresul general al patriei.

Ca un corolar al rezultatelor obținute în toate domeniile de activitate, se poate afirma că a fost lichidată starea de la care am pornit, ne-am ridicat la un nou nivel de dezvoltare. Cu alte cuvinte, se poate spune, că țara noastră a încheiat o etapă istorică în care România a fost încadrată printre țările cu o economie „slab dezvoltată". Începînd de la această dată punem bazele construirii economiei românești comparabile cu a țărilor avansate din punct de vedere economic. Este etapa pe care au visat-o înaintașii noștri, cu deosebire că aceștia o vedeau realizabilă în multe decenii sau chiar secole de existență și trudă.

Practic pentru lichidarea decalajului față de țările dezvoltate din punct de vedere economic, vor mai fi necesare cîteva cincinale, respectiv pînă în anul 1985—1990.

A făuri societatea socialistă multilateral dezvoltată înseamnă:

— economie avansată;

— industrie modernă;

— agricultură intensivă de înalt randament;

— știință înfloritoare;

— instrucție publică largă, de un nivel ridicat, adică a asigura condiții care să permită satisfacerea plenară a nevoilor materiale și spirituale ale tuturor celor ce muncesc;

— preocupare pentru respectarea fermă a principiilor comuniste de muncă și viață, a principiilor eticii și echității socialiste;

— valorificarea superioară a resurselor materiale și umane ale societății;

— creșterea substanțială a productivității muncii, a avuției naționale și venitului național;

— introducerea tehnologiilor moderne;

— reducerea cheltuielilor materiale;

— ridicarea continuă a gradului de pregătire profesională și de cultură științifică și tehnică.

Aceste obiective constituie atributele societății pe care vrem să o construim în țara noastră, țelul suprem al politicii interne a partidului și statului nostru, problemele majore puse în dezbaterea actualei Conferințe Naționale a Partidului Comunist Român.

Nemuritoare vor rămîne în analele istoriei neamului românesc, cuvintele conducătorului partidului și statului nostru, ale tovarășului Nicolae Ceaușescu, exprimate în raportul prezentat la această conferință:

„Se poate spune că astăzi trăim momente de care depinde locul pe care îl va avea România socialistă în marea familie a țărilor socialiste, a tuturor națiunilor lumii. Dezvoltarea vieții internaționale, marea revoluție tehnico-științifică pun cu putere la ordinea zilei participarea tot mai activă a poporului nostru la diviziunea internațională a muncii. Sîntem chemați ca în următorii 10—15 ani să lichidăm cu desăvîrșire rămînerea în urmă pe care am moștenit-o, să ridicăm poporul român la un înalt nivel de dezvoltare economică, științifică, culturală, să-i asigurăm un nivel de trai superior. Problema se pune în felul următor: sau vom realiza acest obiectiv și ne vom înscrie pe orbita civilizației moderne, sau vom continua să rămînem în urma țărilor dezvoltate, condamnînd națiunea noastră să se mențină în această situație în decursul a mai multor generații".

Chemarea Secretarului General al partidului, ca întregul nostru popor, în frunte cu comuniștii, să depună toate eforturile pentru a se angaja în această luptă, a răsunat ca un ecou de la un capăt la celălalt al țării, îmbărbătînd pe fiecare muncitor, țăran, intelectual din patria noastră „să facă totul" pentru acest țel sublim al patriei noastre.

Avînd în vedere realizările de pînă acum, precum și angajamentele luate de oamenii muncii apare posibil ca în anul 1975 producția globală a țării să atingă 585—600 miliarde lei, adică să fie cu 40—60 miliarde lei mai mare decît s-a prevăzut în planul cincinal. Venitul național suplimentar obținut în anul 1975, ca urmare a acestor rezultate, va putea depăși cu circa 20 miliarde lei nivelul stabilit prin plan. Acest fapt va crea condiții pentru alocarea de noi mijloace, atît în scopul dezvoltării mai intensive a economiei naționale, cît și pentru creșterea mai rapidă a nivelului de trai al întregului nostru popor.

Baza materială a acestor estimări și angajamente o constituie valoarea de 610 miliarde lei a fondurilor fixe angajate în sfera productivă, din care aproape 3/4 sînt capacități de producție

puse în funcțiune în ultimii 10 ani, deci cu un grad înalt de tehnicitate. La acestea adăugîndu-se cele peste 1 000 de noi capacități de producție care vor fi puse în funcțiune în perioada 1972 — 1975.

Pe lîngă aceste condiții materiale de realizare a obiectivelor propuse, Conferința Națională a stabilit și o serie de măsuri menite a elimina unele neajunsuri care mai persistă în utilizarea fondurilor fixe și care fac ca eficiența lor să nu fie pe măsura posibilităților. Astfel, s-a subliniat necesitatea folosirii intensive a capacităților de producție și încărcarea corespunzătoare a mașinilor și utilajelor, măsură care dintr-un calcul estimativ poate asigura anual o producție industrială suplimentară de circa 20—25 miliarde lei. De asemenea, Conferința a subliniat importanța scurtării termenelor de execuție a unor obiective și atingerea cît mai rapidă a parametrilor proiectați. Obiectivele industriale ce urmează a fi puse în funcțiune pînă la sfîrșitul cincinalului pot asigura o producție suplimentară de circa 6—7 miliarde lei. Tot ca o măsură care ar putea contribui la realizarea angajamentelor de îndeplinire a planului cincinal în 4 ani și jumătate este aceea de a folosi mai eficient suprafețele de producție existente, asigurînd cu investiții mici introducerea unor noi utilaje în spațiile existente.

Procesul de producție pentru realizarea obiectivelor propuse, solicită o aprovizionare tehnico-materială ritmică și o mai bună dimensionare a stocurilor în scopul de a înlătura posibilitatea scoaterii din circuitul economic și a imobilizării unor mijloace materiale, îndeosebi a materiilor prime de fabricație.

Pentru creșterea eficienței economice a activității noastre, inginerii, economiștii și tehnicienii sînt chemați a se preocupa cu prioritate de ridicarea nivelului tehnic al producției, îmbunătățirea continuă a tehnologiilor de fabricație, a calității produselor și a eliminării cheltuielilor inutile.

În etapa actuală a progresului tehnic, cînd modernizarea produselor și a tehnologiilor are loc într-un ritm extrem de rapid, păstrarea în fabricație a unor produse cu caracteristici învechite, dotarea economiei cu utilaje și instalații cu randament scăzut, au efecte negative asupra dezvoltării economice a țării. Se impune deci înoirea produselor, reproiectarea mașinilor și utilajelor, perfecționarea tehnologiilor de lucru, valorificarea superioară a materiilor prime și materialelor, orientînd structura industriei spre produsele care încorporează o cantitate cît mai mare de muncă complexă. Este necesar ca munca de concepție să se desfășoare astfel pentru a se confecționa în țară nu numai părțile grosiere ale unor instalații, care comportă cantitate mare de metal, ci și părțile mai complicate care în prezent se importă și care pot valorifica mai bine resursele de materii prime și materiale. Produsele noastre trebuie să înmagazineze mai multă inteligență indigenă, care ridică atît valoarea de întrebuințare cît și valoarea de schimb. Reducerea cheltuielilor materiale, care se traduce prin economisirea muncii sociale depuse la realizarea mijloacelor de producție, reprezintă o rezervă de producție, reprezintă o rezervă internă prioritară. Raportul Secretarului General ne arată că reducerea cu 1% a ponderii cheltuielilor materiale în industrie, la nivelul anului 1973, echivalează cu un spor de venit național de circa 4 miliarde lei.

Conferința Națională a partidului, pe această linie, trasează sarcini tuturor ministerelor economice de a fundamenta științific normele de consum, ținîndu-se seama de dotarea tehnică a industriei, de progresele înregistrate pe plan mondial în unități similare.

O altă cale care duce la asigurarea progresului în industrie este creșterea mai accentuată a productivității muncii, realizată nu pe seama intensificării efortului fizic, ci pe baza muncii de concepție, în vederea extinderii mecanizării și automatizării, aplicării proceselor tehnologice moderne. Este necesar să se ia măsuri pentru creșterea calificării muncitorilor, trecerea la lucru pe mai multe mașini. De asemenea, trebuie să se ia măsuri pentru asigurarea unui raport mai bun între numărul celor care lucrează nemijlocit în producția materială, la conducere, concepție și execuție și numărul celor ocupați cu activități administrativ-funcționărești.

În centrul activității de conducere din întreprinderi, centrale, ministere și din toate unitățile socialiste trebuie să stea creșterea vitezei de rotație a fondurilor materiale și financiare. În acest sens, prin utilizarea intensivă a mașinilor, utilajelor și instalațiilor, să se asigure resurse pentru reînnoirea și modernizarea fondurilor fixe în termene cît mai scurte. Numai pe calea intensificării vitezei de rotație a fondurilor atît în producție, cît și în circulație se va putea asigura progresul economic al țării și ridicarea nivelului de trai al poporului.

Realizarea obiectivelor propuse impune o dezvoltare a cercetării științifice, care să sprijine în mai mare măsură eforturile de reducere a consumurilor materiale, elaborarea de noi tehnologii de fabricație și introducerea în circuitul economic a înlocuitorilor materialelor scumpe și deficitare.

Ministerele, centralele industriale și institutele de cercetări trebuie să ia măsuri pentru scurtarea termenelor de finalizare a cercetărilor și aplicarea rapidă în producție a rezultatelor acestora, să asigure o conlucrare mai bună între cercetare și proiectare, în vederea modernizării rapide a producției.

O altă cale care duce la propășirea economică a fiecărei țări în parte, este participarea sa activă la schimbul internațional de valori, la diviziunea mondială a muncii. Bazîndu-se pe acest fapt, România a dezvoltat relațiile de colaborare internațională asigurînd o creștere susținută a exporturilor, care au depășit ritmul de creștere a producției industriale și a venitului național.

Conferința Națională a partidului a arătat că mai sînt totuși multe de făcut în acest domeniu. Astfel, a fost subliniat faptul că este necesar să se ia măsuri în continuare pentru amplificarea cooperării, pentru ridicarea eficienței exporturilor și importurilor, pentru participarea mai activă a țării noastre la schimburile economice mondiale. „Angajamentele luate cu privire la depășirea planului de producție industrială — se spune în raportul Secretarului General — trebuie să se concretizeze în bună parte în produse pentru export".

Producția României trebuie să se adapteze în mod permanent la cerințele pieții externe pentru a realiza competitivitate în comparație cu produsele similare ale altor țări cu tradiție pe piețele străine.

În prezent, țara noastră întreține schimburi comerciale cu peste 110 state ale lumii, care se desfășoară pe baza deplinei egalități și avantaj reciproc. În cadrul acestor relații economice externe, schimburile de mărfuri ale României cu țările socialiste intră cu o pondere de 55% din volumul total al schimburilor comerciale, volumul comerțului exterior cu U.R.S.S.-ul fiind de 25%.

În actualul cincinal, potrivit acordurilor încheiate, schimburile comerciale cu țările socialiste urmează să crească cu peste 50% față de realizările cincinalului anterior, în condițiile unei diversificări substanțiale ale livrărilor reciproce.

Un imperativ major al activității de comerț exterior, subliniat de documentele Conferinței, îl constituie asigurarea condițiilor pentru echilibrarea balanței de plăți externe încă în anul 1974. De acest obiectiv de bază al politicii statului nostru depinde dezvoltarea mai susținută a schimburilor comerciale ale României cu alte state, participarea eficientă a țării noastre la diviziunea internațională a muncii.

Cooperarea economică și tehnico-științifică internațională va permite să se asigure satisfacerea unor nevoi de materii prime, mașini, utilaje și tehnologii necesare dezvoltării rapide a economiei țării noastre și totodată realizează condițiile unui export stabil cu partenerii externi.

Pe această linie se înscrie cooperarea țării noastre cu țările membre ale Consiliului de Ajutor Economic Reciproc, în cadrul „Programului complex" menit să contribuie la progresul multilateral al fiecărei țări, la egalizarea nivelurilor de dezvoltare economică a statelor membre, la valorificarea tot mai eficientă a resurselor lor materiale și umane, în spiritul independenței, deplinei egalități, întrajutorare reciproc avantajoasă.

Conferința Națională a menționat activitatea pe care trebuie să o depună țara noastră în scopul dezvoltării cooperării în producție și în alte domenii cu țările din Africa, Asia și America Latină avînd în vedere că există încă mari posibilități, a căror valorificare ar prezenta un avantaj reciproc.

Pe această linie de idei, în dezbaterile Conferinței, s-a subliniat faptul că există condiții favorabile pentru amplificarea și diversificarea acțiunilor de cooperare cu țările capitaliste dezvoltate prin crearea de societăți mixte de producție și comerț atît în țară, cît și în străinătate.

De asemenea, apar necesar să se dezvolte contactele comerciale și de cooperare cu țările membre ale Pieței Comune și ale altor organizații economice și financiare internaționale care oferă cadrul unei colaborări pe baze de egalitate, în spiritul principiilor de respect al independenței și suveranității naționale și al avantajului reciproc.

Dezvoltarea continuă a economiei naționale, lărgirea și creșterea eficienței și schimburilor comerciale cu străinătatea, îmbunătățirea echilibrului balanței de plăți externe vor duce la întărirea puterii leului, la creșterea puterii monedei noastre naționale atît pe piața internă, cît și în raport cu alte monede. Întărirea finanțelor țării, asigurarea unei monede stabile reflectă forța economiei noastre socialiste, dezvoltarea dinamică, ascendentă și armonioasă a țării noastre pe calea făuririi societății socialiste multilateral dezvoltate.

Țelul fundamental al întregii dezvoltări a țării în perioada următoare este ridicarea patriei noastre la un înalt nivel de civilizație și bunăstare pentru întregul nostru popor.

Pentru realizarea acestui măreț obiectiv se va accentua dezvoltarea industriei, asigurînd în perioada 1976—1990 un ritm mediu anual de creștere industrială de 9—10%. La sfîrșitul acestei perioade se va putea obține o producție industrială globală de 6—8 ori mai mare decît în 1970. Se estimează că pînă în anul 1990 se va ajunge la o producție de 180—200 mrd. kWh energie electrică, de 20—25 milioane tone oțel, 150—200 mii autocamioane, 450—500 mii de autoturisme, 35—40 milioane tone ciment etc. Se va intensifica procesul de modernizare a structurii industriei, urmînd să se dezvolte energia nucleară și siderurgia oțelurilor superioare. Ponderea industriei construcțiilor de mașini și a industriei chimice urmează să ajungă la 55—60% din totalul producției industriale, iar electronica va reprezenta circa 16—17% din producția totală a industriei construcțiilor de mașini. Se vor dezvolta intens mecanica fină și optica, producția de mașini-unelte cu program, de utilaje tehnologice de înaltă complexitate, de mijloace de transport de mare capacitate.

Se va urmări încheierea unor acorduri de lungă durată pentru asigurarea importurilor necesare de materii prime și combustibil, extinzîndu-se în acest domeniu acțiunile de cooperare cu alte țări.

Pentru a asigura dezvoltarea economico-socială rapidă a României, printre măsurile care este necesar a se lua este și aceea de a intensifica prospecțiunile geologice pe întregul cuprins al țării, în vederea identificării de noi zăcăminte de hidrocarburi și minerale utile. O sarcină importantă este aceea de a elabora tehnologii moderne de exploatare și prelucrare, care să permită folosirea cît mai eficientă a tuturor resurselor existente în țară, inclusiv a celor cu conținut redus de substanțe utile.

Este necesar să se asigure un grad înalt de prelucrare a materiilor prime în așa fel încît să sporească de cîteva ori valoarea produselor obținute dintr-o tonă de materii prime. Creșterea eficienței activității economice poate fi exprimată sintetic prin reducerea ponderii cheltuielilor materiale în produsul social de la aproape 60% în 1970, la circa 50% în 1990.

Inginerii, tehnicienii și muncitorii din schele, șantiere, rafinării și laboratoare însuflețiți de chemarea partidului, lansată de tov. Nicolae Ceaușescu în zilele istorice de 19—21 iulie 1972, se simt coautori la documentele de făurire a noii societăți românești, ale căror jaloane strategice de dezvoltare sînt înscrise în tezele raportului prezentat de Secretarul General al partidului și se angajează plenar să le urmeze întocmai pentru a le transpune în viață.

ÎN CINSTEA CELEI DE A XXV-a ANIVERSĂRI A REPUBLICII

Noi succese în întrecerea socialistă

În cadrul marii întreceri socialiste, sub lozinca „Cincinalul în patru ani și jumătate" colectivele de muncă din întreprinderile de foraj, schelele de extracție, rafinării, înscriu noi și valoroase înfăptuiri.

Petroliștii unității de foraj din Tg. Ocna au raportat îndeplinirea sarcinilor de producție din prima jumătate a acestui an cu 7 zile mai devreme, cu o depășire la zi de peste 2 500 m forați. Cele mai bune realizări le-au obținut brigăzile conduse de *Alexandru Mihăiță*, *Ion Damaschin* și *Constantin Paisa*.

O entuziastă chemare la întrecere socialistă a lansat brigada condusă de *Ion Dârlău* de la unitatea de foraj—Moinești, cu obiectivele: creșterea vitezei de lucru față de media realizărilor din primul semestru a.c. cu 2%; sporirea metrajului pe sapă cu 5% în comparație cu cel obținut în primele 6 luni a.c.; scurtarea timpului de manevră de la 5,4 ore la 5 ore pe marș; diminuarea consumului de materiale, față de normele prevăzute, cu 4%. Brigada sondei 147 a săpat într-o zi 200 metri — un adevărat record de producție. De altfel, asemenea recorduri înscriu numeroase colective de petroliști. Brigada maistrului *Nicolae Voin*, de la întreprinderea de foraj Arad, a obținut la ultima sondă săpată o viteză de lucru de 3047 m/instalație lună, față de 2 200 m planificați. La unitatea de foraj—Brăila brigada maistrului *Andrei Tachici* realizează o viteză de lucru de 2 750 m/instalație/lună față de 2 488 planificați. Sonda 1 416 a fost săpată de brigada maistrului *Florea Nae*, de la unitatea de foraj—București, cu 10 zile mai devreme obținînd o viteză de lucru de 4 600 m/instalație/lună.

Rezultate prestigioase obțin și petroliștii de la întreprinderea de foraj—Craiova unde brigada condusă de *Nicolae Copaci* a dat în producție 4 sonde, săpînd 10% din planul întreprinderii, iar brigada lui *Ion Pantazi* a inaugurat forajul celei de-a 11-a sonde de mare adîncime din Oltenia.

Valorificarea pe scară largă a rezervelor interne constituie pentru colectivele schelelor de extracție o importantă cale de creștere a productivității muncii. La schela Videle se execută intervenții rapide și eficiente la fiecare sondă. Timpul de intervenție a fost redus cu 2—4% și se urmărește reducerea pierderilor de țiței cu 10 t pe zi în comparație cu primul semestru al acestui an. Succese importante s-au obținut în această direcție și de alte colective de muncă. Astfel, brigada condusă de maistrul *Pavel Chiriac*, de la schela de extracție Zemeș, a reușit să execute operația de intervenție la sonda 16 într-un timp de două ori mai scurt decît cel normal ceea ce a permis obținerea unei însemnate producții suplimentare de țiței.

Petroliștii rafinăriilor Centralei industriale a prelucrării țițeiului — ale căror instalații lucrează în flux continuu, au îndeplinit, înainte de termen, planul pe primele 6 luni ale anului la indicatorii principali. Au fost livrate în plus produse petroliere în valoare de 27 mil. lei. În acest an rafinorii și operatorii centralei au realizat circa 60 de sortimente și produse noi — benzine cu cifre octanice ridicate, uleiuri minerale și alte derivate din țiței — cu caracteristici tehnice și funcționale competitive pe piața mondială.

O atenție sporită se acordă sporirii capacităților de producție existente. În acest scop la instalația de solventare a uleiurilor de la rafinăria—Ploiești s-a reușit ca parametrii proiectați să fie atinși într-un timp record de numai 10 zile ceea ce a contribuit la dublarea capacității produselor. Atenția rafinorilor este îndreptată spre reducerea timpului de revizie al instalațiilor tehnologice. Astfel, timpul de revizie a fost redus cu 150 de ore la instalația de distilație atmosferică și în vid nr. 3, cu 300 ore la instalația de fracționare a gazelor și cu 50 de ore la instalația de contactare.

Microtectonica flişului unităţii externe, zona Greşu—Lepşa

G. Pârvu

Zona Greşu-Lepşa face parte din semifereastra Putna-Vrancea, care reprezintă partea sudică a unităţii externe a flişului Carpaţilor Orientali.

Din punct de vedere morfologic, ea este caracterizată prin culmi înalte şi înguste, prin văi adînci, asimetrice, orientate nepreferenţial, totul datorîndu-se unei constituţii litologice foarte variate, care a favorizat o puternică eroziune diferenţială.

Date microtectonice asupra flişului cuprins în zona Greşu-Lepşa nu au mai fost publicate, dar s-au publicat numeroase date privitoare la tectonica şi stratigrafia zonei. Dintre acestea se menţionează pe cele aparţinînd geologilor: Dumitrescu, I. (1952), Filipescu, Gh. M. (1955), Olteanu, Fl. (1955), Băncilă, I. (1964), Muşat Virgil (1962), Grigoraş, N., Pauliuc, S., Costea, I. (1964) şi Rosa, A. (1968).

I. Stratigrafia

Din punct de vedere stratigrafic, zona Greşu-Lepşa cuprinde o succesiune completă de la cretacicul inferior pînă la miocenul mediu.

1. Cretacicul inferior este reprezentat prin stratele de Streiu, în a căror alcătuire litologică sînt cuprinse roci asemănătoare şisturilor negre : argile şi argilite negre, bituminoase, uneori fin micacee, cu treceri la gresii argiloase, fine şi la gresii calcaroase.

2. Cretacicul superior este reprezentat prin stratele de Tisaru (roşu şi negru) şi prin stratele de Caşin.

Stratele de Tisaru alcătuiesc un complex de roci dure, calcaro-silicioase, cu dungi roşii, verzi şi negricioase. Nota caracteristică a acestui complex o dau radiolaritele dispuse în strate subţiri, intercalate în marnocalcare.

Stratele de Caşin, atribuite de unii geologi paleocenului, sînt constituite dintr-un complex de marnocalcare cenuşii cu tente verzui, cu numeroase resturi de radiolari şi spiculi de spongieri. Pe valea Putnei, la confluenţa cu pîrîul Tişiţa, apar şi conglomerate poligene, formate în cea mai mare parte din fragmente de şisturi verzi.

3. Eocenul ; se separă două faciesuri : unul vestic sau faciesul de Greşu şi unul estic sau faciesul de Buciaşu. Ambele faciesuri încep în bază cu stratele de Straja şi se încheie cu stratele de Bisericani. Caracteristica acestor faciesuri o formează stratele de Greşu, respectiv stratele de Buciaşu.

Stratele de Straja sînt constituite din calcare, gresii şi microgresii calcaroase, argile şi argile marnoase.

Stratele de Greşu au fost separate în două complexe litologice : unul inferior, predominant pelitic şi unul superior, predominant calcaros.

Stratele de Buciaşu sînt reprezentate prin calcare microgrezoase cu silicifieri.

Stratele de Bisericani, pentru ambele faciesuri, se prezintă cu caracterele faciale bine cunoscute : marne, marne argiloase uşor grezoase, slab ondulate, muscovitice, cu spărtură colţuroasă, pe alocuri diaclazate, cuprinzînd uneori intercalaţii subţiri, 2—3 cm, de gresii calcaroase sau de marne grezoase.

4. Oligocenul stă în continuitate de sedimentare peste stratele de Bisericani. El a fost separat în următoarele complexe litostratigrafice : complexul menilitelor inferioare, complexul marnelor bituminoase, complexul disodilelor inferioare, complexul gresiilor de Kliwa, complexul disodilelor superioare şi complexul stratelor de Gura Şoimului.

II. Tectonica

Cutele anticlinale şi sinclinale identificate se încadrează genetic în stilul tectonic specific Carpaţilor Orientali, ele prezentînd următoarele caracteristici :

— orientare liniară, cutele dezvoltîndu-se de regulă, în fascicule (fig. 1) ;

— lungimea mare a cutelor comparativ cu lăţimea ;

— înclinarea suprafeţelor axiale (fig. 2) ;

— similitudine pronunţată.

Cele mai vechi formaţiuni scoase la zi în axul anticlinalelor aparţin cretacicului inferior, respectiv stratelor de Streiu.

Dintre cutele anticlinale puse în evidenţă cele mai importante sînt anticlinalul Greşu-Zburătura şi Caşin-Lepşa (fig. 1 şi 2).

Anticlinalul Greşu-Zburătura ar reprezenta o lăţime medie a bazei actuale (1 mb) de circa 700 m, la o lăţime medie desfăşurată (1 md) de 1 700 m. Rezultă o compresiune absolută de ordinul 10(1 md—1 mb=17—7=10) şi un grad de cutare de aproximativ 2,5(lmd/lmb=17/7=2,5).

Cuta Caşin-Lepşa ar avea o lăţime medie desfăşurată de 1 600 m şi o lăţime medie a bazei de

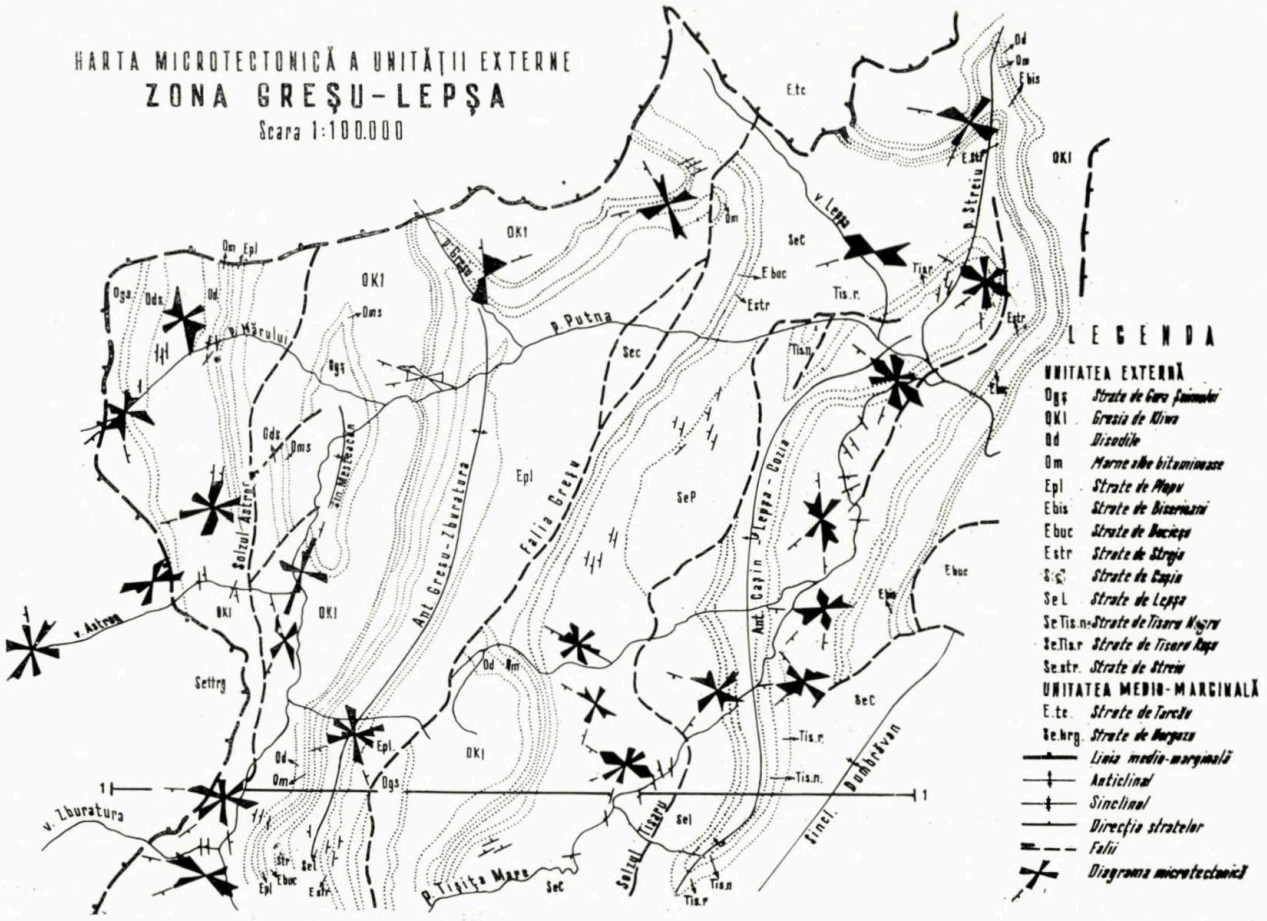


Fig. 1.

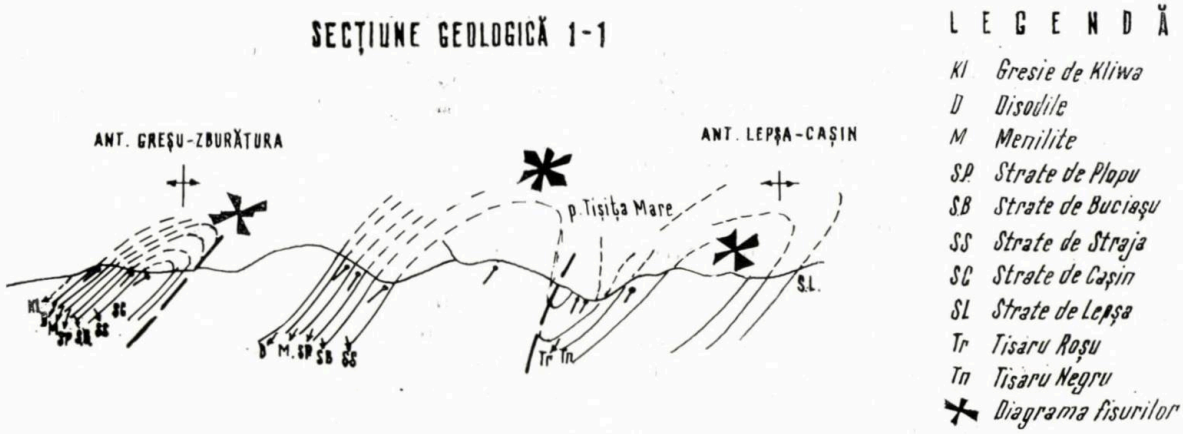


Fig. 2.

500 m. Compresiunea absolută ar fi de ordinul 11, iar gradul de cutare de ordinul 3,2.

După datele menționate cu privire la cele două cute reiese că, inițial, sedimentele s-au depus pe o arie cu o lățime medie de 3 300 m. Raportînd această lățime la cea actuală, care este de 1 200 m, reiese că aria actuală a depozitelor ar reprezenta circa 36 % din spațiul inițial.

III. Considerații microtectonice

Formațiunile cretacice și paleogene întîlnite în zona Greșu-Lepșa sînt afectate de una și aceeași microtectonică caracterizată prin prezența a trei categorii de fisuri: fisuri-falii, fisuri de ordinul I și fisuri de ordinul II.

1. *Fisurile-falii* sînt reprezentate printr-un singur sistem fisural ce urmărește îndeaproape falii-

le propriu-zise cu care se găsesc într-un paralelism aproape perfect și de care se deosebesc numai prin aceea că pe traseul lor nu deranjează stratele pe care le afectează. Ele au fost întîlnite numai în gresiile de Kliwa și în stratele de Cașin. Au lungimi cuprinse între 4 și 10 m, iar deschiderile nu depășesc 5 cm, frecvent 1—2 cm. Prezintă ușoare ondulații și au planele (pereții) netede, datorită circulației intense a apelor vadoase. În majoritatea cazurilor sînt colmatate cu material argilo-detritic suficient de afînat pentru a permite o circulație lejeră a fluidelor. Frecvența lor este redusă și atunci cînd sînt observate se găsesc totdeauna în apropierea faliilor. Prezintă interes deoarece sînt totdeauna deschise, permițînd circulația fluidelor de la un punct la altul.

2. *Fisurile de ordinul I.* În timp ce fisurile-falii sînt reprezentate printr-un singur sistem fisural, fisurile de ordinul I sînt reprezentate prin trei și chiar patru sisteme principale de fisurare, care se intersectează reciproc sub valori unghiulare cuprinse între 25—35°, mai rar 85—90°. Comparativ cu fisurile-falii, ele prezintă o desime (frecvență) mult mai mare, traversînd toate tipurile litologice întîlnite în zonă. Stratele de Streiu și Tisaru, stratele de Cașin și stratele de Buciașu sînt cele mai puternic afectate, în cuprinsul lor numărîndu-se 3—5 fisuri de ordinul I pe metru liniar.

După raporturile lor cu elementele cutelor și cu stratificația, fisurile de ordinul I au fost grupate în trei categori sau sisteme fisurale : fisuri direcționale (de forfecare și de tensiune), fisuri transversale (de extensiune) și fisuri diagonale sau înclinate, care taie diagonal atît stratificația, cît și axa B a cutei.

a) Fisurile direcționale cuprind, după cum s-a menționat, fisurile de forfecare și de tensiune.

— Fisurile de forfecare traversează flancurile cutelor, formînd cu planele axiale ale acestora unghiuri de 30—40°. Au o frecvență redusă, 2—3 fisuri la 10 m, însă se mențin constant în toate complexele litologice întîlnite în zonă. Suprafețele planelor fisurale sînt foarte netede și lucioase, amintind oglinzile de fricțiune. Deoarece apar totdeauna închise etanș, ele nu pot avea un rol important în circulația fluidelor. Prezintă totuși un deosebit interes, dat fiind faptul că pe direcțiile acestor fisuri rocile afectate prezintă puncte minime de rezistență și prin metodele tehnice actuale ele pot fi fisurate artificial cu minimum de efort. Deci fisurile pot fi redeschise și redate circulației fluidelor.

— Fisurile de tensiune sînt întîlnite în bolta cutelor, formînd unghiuri de 10—15° cu planurile axiale ale acestora. Sînt paralele cu fisurile de forfecare, însă au înclinări opuse lor, fapt ce contribuie simțitor la fragmentarea în blocuri paralelipipedice a rocilor.

Frecvența fisurilor de tensiune diferă de la un complex litologic la altul. Astfel stratele de Plopu și Bisericani au cea mai redusă frecvență : 0—1 fisuri la 10 m, marnocalcarele bituminoase, stratele de Streiu și stratele de Tisaru găzduiesc 3—4 fisuri pe m. Frecvența redusă în cuprinsul stratelor de Bisericani și de Plopu este datorată gradului înaintat de plasticitate al acestora.

Acolo unde apar, indiferent de tipul litologic, fisurile de tensiune sînt totdeauna deschise (1—5 mm), prezintă rugozități, în cazul gresiilor, și linii frînte, în cazul calcarelor, menilitelor și marnocalcarelor. Fiind deschise ele au o influență favorabilă asupra circulației fluidelor. Sînt însă întîlnite pe arii restrînse, fiind limitate numai la zona de boltă a cutelor.

b) Fisurile transversale traversează perpendicular axul cutelor, deci și direcția de stratificație. De cele mai multe ori sînt umplute cu calcită, aceasta formînd numeroase diaclaze. Prezența diaclazelor dovedește o circulație intensă a soluțiilor în trecut. Frecvența acestor fisuri este relativ redusă, 1—2 fisuri la 10 m. Sînt observate numai în rocile casante sau cu un coeficient de plasticitate foarte redus, de exemplu gresiile și calcarele din complexul stratelor de Cașin, calcarele de Lepșa, gresiile de Kliwa, menilitele și mai rar stratele de Tisaru. Rocile argiloase de tipul stratelor de Plopu, Bisericani și stratelor de Gura Șoimului sînt lipsite de fisuri transversale, din cauza coeficientului de plasticitate mai ridicat. În rocile cu proprietăți fizice intermediare celor casante și plastice, cum sînt stratele de Streiu și disodilele, fisurile transversale sînt foarte rare, 1—2 fisuri la 10 m.

c) Fisurile diagonale au fost întîlnite în toate tipurile litologice care iau parte la alcătuirea cutelor anticlinale din zonă. Ordinul de mărime al desimii lor este apropiat de cel al fisurilor de tensiune, 3—4 fisuri la 10 m. Ele traversează oblic axul cutelor și intersectează, sub unghiuri diferite, celelalte sisteme fisurale, demonstrînd că, sub raportul vîrstei, sînt cele mai tinere. Adeseori în punctele de intersecție fisurile diagonale redeschid pe o lungime de 30—40 cm fisurile de forfecare. Aceasta face ca fisurile diagonale să fie privite cu interes, cu atît mai mult cu cît ele însele sînt deschise, 1—5 mm.

Se menționează că prezența fisurilor diagonale, distribuirea lor și modul în care intersectează celelalte două tipuri de fisuri fac ca circulația fluidelor prin spațiile fisurale să fie supusă unor legi hidrodinamice apropiate celor din spațiile poroase granulare, cu condiția ca desimea fisurilor să fie suficient de ridicată. Această condiție este satisfăcută, uneori, de prezența în roci a fisurilor de ordinul II.

3. *Fisurile de ordinul II*

Acest tip de fisuri este asemănător din punct de vedere morfologic și geometric cu fisurile de ordinul I, de care se deosebesc numai prin aceea că aparțin unui singur strat.

O repartiție procentuală, pe tipuri litologice, a celor 2 000 de măsurători de fisuri de ordinul II efectuate în zona Greșu-Lepșa arată că 65% din acestea revin stratelor de Tisaru, Cașin, Buciașu, menilitelor și marnocalcarelor bituminoase, 25% revin stratelor de Streiu, gresiilor de Kliwa și disodilelor, iar 10 % revin stratelor de Plopu și Bisericani. În majoritatea lor fisurile de ordinul II sînt deschise, constituind căi sigure de circulație a fluidelor în interiorul stratului.

În afara fisurilor de ordinul II net vizibile, menilitele și disodilele cartate în zona Greșu-Lepșa mai dispun de o serie de fisuri neorientate și umplute cu un material asemănător mineralogic cu roca gazdă, de care se deosebește numai structural. În plan orizontal, distribuția acestor fisuri amintește de fisurile formate prin contracție, fapt pentru care ele au fost considerate ca diagenetice.

Se menționează că, dintre tipurile litologice întîlnite în zona Greșu-Lepșa, stratele de Tisaru și Streiu și îndeosebi menilitele, marnocalcarele bituminoase și disodilele găzduiesc cea mai densă rețea de fisuri de ordinul II, fapt pentru care aceste roci dispun de o porozitate și o permeabilitate fisurală ridicată : 1%, respectiv 15—30 mD. În condiții optime de capcană ele pot fi cosiderate ca roci colectoare fisurate, cu atît mai mult, cu cît unele complexe (Tisaru) dispun și de o porozitate granulară : 3—5%, care completează capacitatea de colector a rocii.

IV. Concluzii

Din analiza fisurilor-falii și a celor de ordinul I care traversează mai multe strate, litologic diferite, s-a constatat că direcția de orientare a sistemelor fisurale se menține aproape aceeași în orice punct al structurii (cutei) (fig. 1). Aceasta arată că cele trei sisteme de fisuri au fost generate de un cîmp tensional general, rezultat din forțele tangențiale centripete care au dat naștere cutelor anticlinale.

Datorită deformațiilor intense provocate de cîmpul tensional general, deosebirea dintre proprietățile fizico-mecanice ale rocilor se șterge, stratele comportîndu-se ca unul singur, omogen. Aceasta a împiedicat apariția de tensiuni separate în interiorul fiecărui strat. Deci microtectonica trebuie considerată sincronă cu cutarea zonei, deoarece ea este, genetic, legată de aceleași procese tectonice. Mișcările ulterioare cutării au complicat, în unele cazuri, tectonica generală, sau pe cea de amănunt, dar nu și-au lăsat amprenta și nu au influențat caracterul general al microtectonicii.

În general frecvența redusă a fisurilor nu permite ca acestea să completeze efectiv capacitatea de înmagazinare a rocilor colectoare. Excepție fac menilitele, marnocalcarele bituminoase și unele tipuri litologice din complexul stratelor de Tisaru, a căror capacitate de înmagazinare poate fi pusă pe seama fisurilor și a microfisurilor. În ansamblu însă rolul fisurilor este acela de a constitui căi de circulație a fluidelor între două sau mai multe strate sau blocuri de rocă ce posedă o porozitate granulară.

BIBLIOGRAFIE

1. Băncilă, I. Geologia Carpaților Orientali. Ed. tehnică, București, 1958
2. Dumitrescu, I. Studiul geologic al regiunii dintre Oituz și Cozla. An. Comit. Geol. **XXVII**, București, 1955.
3. Filipescu, Gh. M. Vederi noi asupra tectonicii flișului Carpaților orientali. Rev. Univ. C. I. Parhon nr. 6—7. București, 1955.
4. Grigoraș, N., Pauliuc, S., Costea, I. Noi contribuții privind depozitele paleogene dintre valea Zăbala și Oituz. Anal. Univ., București. Seria St. Nat. Geologie și Geografie. nr. 1/13, 1964.
5. Mușat, V., Dragu, C. Cercetări geologice în regiunea Coza, valea Putnei. I.C.P.G., Ministerul Petrolului. București, 1962.
6. Pârvu, G. În : Petrol și gaze, nr. 1, **XXI**, 1970.

Cercetări în legătură cu originea şi compoziţia chimică a gazelor naturale din depresiunea panonică

M. N. Filipescu şi D. Istocescu

Lucrarea face parte dintr-un studiu mai vast, care va cuprinde cercetarea gazelor naturale de pe întreg cuprinsul ţării. În prima etapă s-au cercetat gazele naturale din depresiunea panonică, urmînd ca în etapele viitoare să fie incluse şi gazele naturale din celelalte unităţi geologice ale ţării.

S-au colectat circa 100 de probe de gaze de la sonde, care au străbătut cea mai mare parte din formaţiunile productive din depresiunea panonică. Rezultatele acestor analize, interpretarea lor în funcţie de caracterele geologice se prezintă în cele ce urmează :

1. Date geologice

În depresiunea panonică, gazele din acumulările de hidrocarburi se găsesc atît sub formă de gaze libere, cît şi sub formă de gaze asociate cu petrolul. Formaţiunile purtătoare de hidrocarburi din regiune sînt : Fundamentul, Cretacicul superior, Paleogenul, Miocenul şi Pliocenul, ale căror caractere geologice sînt următoarele :

Fundamentul. Constituţia geologică şi structura acestuia sînt foarte variate, fiind determinate atît de poziţia diferitelor sectoare în cadrul ariilor geosinclinale, cît şi de desfăşurarea în timp a proceselor litogenetice, magmatice şi tectonice.

În alcătuirea lui se disting două zone diferite atît ca evoluţie geologică, cît şi ca alcătuire litologică. Prima, situată în nord, are o evoluţie apropiată de aceea a Carpaţilor Orientali, fiind constituită din şisturi cristaline mezozonale, acoperite sporadic de depozite mezozoice. Această zonă delimitată spre sud de o puternică linie de fractură—fractura Plopişului, care corespunde şi fracturilor crustale.

Cea de-a doua zonă situată la sud de falia Plopişului, reprezintă pînă la Valea Mureşului continuarea spre vest a Munţilor Apuseni. În cadrul acestei zone se individualizează la nord unitatea de Bihor-Pădurea Craiului (autohton), cu formaţiuni cristaline mezozonale acoperite de depozite triasice, jurasice şi cretacice, iar la sud sistemul pînzelor de Codru. La sud de Valea Mureşului fundamentul depresiunii panonice se situează în parte, pe prelungirea Munţilor Apuseni şi, în parte, pe prelungirea spre vest a Carpaţilor Meridionali.

Cretacicul superior este reprezentat atît printr-un facies epicontinental, constituit din roci detritice recifale, conglomerate şi gresii, caracterizate prin prezenţa a numeroase specii de *Globotruncana* care indică Senonianul, cît şi printr-un facies de fliş constituit dintr-o alternanţă ritmică de conglomerate, gresii, şi marno-argile cu prisme de Inocerami, întîlnit în forajele săpate la nord de falia Plopişului.

Paleogenul. Depozitele paleogene se dezvoltă în partea de N-V a depresiunii în două faciesuri : unul de fliş în zona axială a greabănului Giriş—Satu Mare, reprezentat printr-o alternanţă ritmică de argile şi gresii, şi altul epicontinental, în zona monoclinală estică (Chişlaz), cuprinzînd formaţiunile cunoscute în Paleogenul din N-V Bazinului Transilvaniei.

Miocenul inferior. A fost întîlnit la sud de Valea Mureşului şi la nord de Oradea, pe zona de maximă afundare din greabănul Giriş-Satu Mare. În ambele zone aceste depozite sînt constituite din gresii verzui sau roşcate, conglomerate şi argile negricioase sau brune, ce conţin microfauna de vîrstă burdigalian-helveţiană.

Miocenul superior. Este format în această regiune din Tortonian şi Sarmaţian. În linii generale, Tortonianul prezintă în bază bolovănişuri torenţiale, urmate de o alternanţă de marne, tufuri şi gresii, iar la partea superioară este predominant tufaceu-marnos, în zonele apropiate de ţărm îmbrăcînd un facies calcaros, detritic sau recifal. Sarmaţianul prezintă în bază un complex de argile diatomitice, la partea mediană un complex detritic-continental lacustru, iar la partea superioară o alternanţă de gresii, marne, nisipuri şi uneori calcare organogene.

Pliocenul. Discordant şi transgresiv peste formaţiunile miocene, pliocenul este format din patru orizonturi litostratigrafice : un orizont inferior nisipos şi un orizont al marnelor albe, care revin Meoţianului, un orizont al marnelor nisipoase, şi un orizont al nisipurilor superioare, care revin Ponţianului. Prin poziţia sa discordantă, precum şi datorită faptului că suportă un pachet gros de marne cu rol de rocă protectoare, orizontul inferior nisipos, constituie cel mai important depozit cu acumulări de hidrocarburi din depresiunea Panonică.

O parte din acumulările de hidrocarburi din această regiune sînt cantonate în capcane stratigrafice (efilarea formaţiunilor pe zonele de ridi-

care); altele se găsesc în capcane de natură tectonică (cute, fracturi). De cele mai multe ori însă aceste capcane sînt de tip mixt, la tipul de capcană contribuind atît factori lito-stratigrafici, cît și cei tectonici.

2. Lucrări experimentale

1. Lucrări de teren. Cea mai mare parte din probele cercetate s-au primit de la IFLGS, iar restul au fost colectate de o echipă de geochimiști din IGP. Probele de gaze s-au colectat de la capul de erupție al sondelor, după o prealabilă refulare a gazelor din coloană. Gazele au fost prinse în butelii de oțel special construite pentru astfel de operații. Probele s-au luat de la adîncimi cuprinse între 359 și 3 860 m.

2. Lucrări de laborator. S-au analizat circa 100 de probe de gaze libere sau asociate petrolului din diferite formațiuni începînd cu Fundamentul și terminînd cu Pliocenul.

În gazele colectate s-au determinat următorii componenți: H_2, O_2, N_2, CO_2, CH_4, C_2H_6, C_3H_8, i-C_4H_{10}, n-C_4H_{10}, i-C_5H_{12}, n-C_5H_{12}, i-C_6H_{14}, n-C_6H_{14}, i-C_7H_{16}, n-C_7H_{16}, i-C_8H_{18}, metilciclopentanul și ciclohexanul; dintre gazele rare: argonul și heliul*.

La analiza gazelor s-a folosit tehnica cromatografiei de gaze, utilizîndu-se un cromatograf Perkin-Elmer, model 452 și un aparat Willy — — Giede, model G.C.H.F. 18. Pentru determinarea CO_2 s-au utilizat o coloană cromatografică umplută cu Di-2-etilhexilsebacat pe silicagel, un detector cu celulă de conductibilitate termică și heliu, drept gaz transportor. Rezultatele au fost înregistrate cu un aparat electronic Heneywell.

La separarea și măsurarea azotului, a heliului și a hidrogenului, s-au utilizat o coloană cu cărbune activ, un detector cu celulă de conductibilitate termică și gaz transportor, argonul. Același aparat cromatografic a fost utilizat și la determinările de oxigen, Ar, N_2 și CO, prevăzut cu o coloană umplută cu sită moleculară 5 A cu detector cu celulă de conductibilitate termică, gaz transportor, heliul.

Metanul, etanul, propanul și butanii, precum și omologii acestora, s-au separat cu ajutorul unei coloane umplute cu ulei de silicon 200/50 pe cromosor P, utilizîndu-se un detector cu flacără de ionizare, gaz purtător fiind heliul. Cu aparatura menționată, s-au determinat în gazele cercetate pînă la 10 p.p.m. în volume hidrocarburi, în cazul detectorului cu celulă de conductibilitate termică și 0,5 p.p.m., în volume în cazul utilizării unui detector cu flacără de ionizare.

* Analizele au fost executate de un colectiv de chimiști format din: Mănișor, El., Salgian, Al., Ruginâ, Z., Stănescu, S., Badea, S., Prodănescu, I. și Dumitrașcu, N.

3. Prezentarea rezultatelor și concluzii

Rezultatele analizelor au fost trecute în tabelele 1—5 cîte un tabel pentru gazele din fiecare formațiune geologică cercetată. Din cercetarea acestor tabele se observă următoarele:

— Gazele libere, precum și cele asociate petrolului sînt formate în primul rînd din metan, care se găsește în procentul cel mai mare în toate gazele colectate, cu excepția cîtorva zăcăminte care conțin cantități importante de CO_2.

— Hidrocarburile gazoase (etan, propan, butani etc.) ocupă locul al doilea ca proporție în compoziția gazelor cercetate în special în gazele asociate petrolului, unde concentrația acestora poate să treacă de 40%. În general, există o tendință de creștere a conținutului în hidrocarburi gazoase grele odată cu adîncimea și vîrsta formațiunilor, în detrimentul concentrației metanului, care scade.

— Deosebiri importante se observă și între compoziția chimică a gazelor libere și aceea a gazelor asociate petrolului. Gazele libere conțin cel mult patru omologi ai metanului: etan, propan, i-butan, n-butan în timp ce în gazele asociate petrolului au fost detectate pînă la 15 hidrocarburi superioare, dintre care o parte sînt parafine normale: etan, propan, n-butan, n-pentan, n-hexan și n- heptan, altă parte izoparafine, i-butan, i-pentan, i-hexani și i-heptani. S-au găsit, de asemenea, și două cicloparafine: metilciclopentanul și ciclohexanul.

În ceea ce privește conținutul total de hidrocarburi superioare în cele două categorii de gaze, situația este următoarea:

— Gazele libere conțin sub 6% din aceste hidrocarburi în timp ce în gazele asociate petrolului ele pot să ajungă pînă la 40%.

— Din această observație se pot trage concluzii interesante în legătură cu stabilirea felului zăcămîntului numai după cercetarea compoziției chimice a gazelor colectate. În cazul zăcămintelor de gaze libere, procentul de hidrocarburi superioare va fi sub 6%, iar valoarea i-C_4/n-C_4 este mai mare de 1,6, în timp ce gazele din zăcămintele petrolifere au în cele mai multe cazuri peste 6 % hidrocarburi grele, iar valoarea $i\ C_4/n C_4$ este sub 1,6.

Există o excepție de la această regulă: cînd gazele asociate conțin cantități importante de CO_2 sau azot (peste 25 %). În aceste cazuri se calculează procentul de hidrocarburi superioare numai față de partea hidrocarburică a gazului analizat.

— Dintre componenții nehidrocarburici, locul principal îl ocupă azotul și bioxidul de carbon.

Azotul s-a găsit în cantități mai mari în formațiunile mai tinere: Pliocen și Miocen, în timp ce în formațiunile mai vechi, Paleogen, Cretacic și Fundament, cantitatea acestui component este minimă. În Pliocen el s-a găsit în cantitate mai mare (3 %) în gazele de mică adîncime, pentru

Compoziția chimică a gazelor din panonian, % vol.

TABELA 1

Nr. crt.	Sonda	Intervalele perforate care au produs gaze Adîncimile, m	Caracterele gazului	Hidrogen	Heliu	Argon	Oxigen	Azot	Bioxid de carbon	Metan	Etan	Propan	*i*-butan	*n*-butan	*i*-pentan	*n*-pentan	*i*-hexan	*i*-hexan	*i*-hexan	*n*-hexan	*i*-heptan	metilciclopentan	*i*-heptan	ciclo-hexan	*i*-octan	*n*-heptan	*i*-butan / *n*-butan	*i*-pentan / *n*-pentan
1	A	359,2—514,2	Gaze libere	0,11	0,0	0,09	2,3	8,8	14,5	74,0	0,06	0,008	0,003	0,006	0,0007	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5	—
2	B	404—412	Gaze libere	—	—	0,034	—	3,54	—	94,8	0,93	0,13	0,075	0,02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,7	—
3	C	654—664	Gaze libere	—	0,015	0,015	—	3,0	0,07	96,7	0,18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	C_1	776—768	Gaze libere	0,0	0,012	—	—	0,5	0,005	97,8	1,61	0,03	0,01	0,01	0,00015	0,00005	0,0004	0,00075	0	—	—	—	—	—	—	—	—	1,0	3
5	D	892—906	Gaze asociate	0,07	0,0	—	0,018	0,91	24,8	66,5	3,8	1,3	0,91	0,86	0,21	0,09	0,0056	0,016	0,0048	0,0112	—	0,0016	0,0027	0,0003	0,0041	0,0016	1,09	2,33
6	D_1	898—908	Gaze libere	0,002	0,027	—	0,012	2,5	25,0	71,0	0,8	0,24	0,22	0,157	0,049	0,027	0,0018	0,0063	0,0027	0,0054	—	0,00016	0,00016	0,00005	0,0001	0,00013	1,41	1,81
7	D_2	922—930	Gaze libere	0,04	0,024	—	0,025	1,7	33,4	63,5	0,68	0,2	0,17	0,157	0,04	0,018	0,0009	0,004	0,0016	0,0032	—	0,0008	0,00039	0,00032	0,0001	0,00032	1,08	2,22
8	E	954—969	Gaze asociate	0,007	0,027	—	0,025	3,0	0,0	91,4	3,07	1,0	0,527	0,639	0,131	0,094	0,0014	0,0105	0,0042	0,0105	—	0,0014	0,00015	0,00055	0,00065	0,0011	0,8	1,39
9	F	1300—1314	Gaze asociate	0,0	0,0	—	0,08	0,56	0,0	92,8	4,1	1,3	0,44	0,55	0,1	0,06	0,0008	0,0056	0,0024	0,0056	—	0,0008	0,00045	0,00015	0,00025	0,00025	0,8	1,66
9A	G	1398—1378	Gaze libere	0,001	0,003	—	0,0	—	0,0	99,6	0,24	0,054	0,055	0,028	0,023	0,005	0,0	0,0018	0,0008	0,0008	—	0,0017	0,00014	0,00042	0,00014	0,0	2,0	4,00
10	H	1553—1559	Gaze asociate	0,001	0,012	—	—	1,15	—	87,9	4,5	3,13	0,96	1,61	0,35	0,28	0,004	0,053	0,021	0,04	—	0,01	—	—	—	—	0,6	1,2
11	J	1710—1728	Gaze asociate	0,008	0,0063	0,0072	—	0,59	98,7	0,99	0,02	0,01	0,0025	0,004	0,001	0,001	—	0,0002	0,00008	0,0002	—	—	—	—	—	—	0,60	1,0
12	I	1737—1718	Gaze libere	0,0	0,0	—	0,0	0,03	97,9	1,92	0,024	0,0096	0,0012	0,001	0,0005	0,0003	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,2	1,6
13	L	1870—1860	Gaze asociate	0,025	0,0	—	—	0,95	9,6	79,2	3,5	2,7	3,51	5,95	1,18	0,56	0,00045	0,0066	0,003	0,009	—	0,0033	0,0005	0,00155	0,00165	0,0045	0,6	—
14	M	1865—1874	Gaze asociate	0,002	0,0	—	—	0,027	—	90,0	5,1	2,2	0,75	1,1	0,31	0,23	0,0034	0,039	0,01	0,04	—	0,008	0,0017	0,0024	—	—	0,67	1,3
15	N	1970—1991	Gaze asociate	0,01	0,029	0,026	—	10	—	65,1	10,4	7,5	2,0	3,1	0,90	0,70	0,01	0,12	0,03	0,11	—	0,027	0,005	0,01	0,008	0,009	0,64	1,28
16	O	2050—2042	Gaze asociate	0,0	0,0	—	0,0	0,008	99,21	0,63	0,063	0,041	0,0115	0,0176	0,0036	0,0016	0,0	0,0	0,0	0,0001	0,0	0,0001	—	—	—	—	0,6	2,2
17	O	2112—2088	Gaze asociate	0,0	0,0	—	0,0	0,008	99,24	0,63	0,020	0,052	0,0079	0,015	0,0024	0,00097	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,5	2,4
18	I	1868—1852	Gaze asociate	0,017	0,031	—	0,0	0,7	30,3	60,4	5,4	2,1	0,4	0,4	0,1	0,07	0,002	0,009	0,004	0,003	—	0,003	0,004	0,0007	0,0008	0,0007	1	1,4

Compoziția chimică a gazelor din miocen, % vol.

TABELA 2

Nr. crt.	Sonda	Adîncimea, m	Caracterele gazului	Hidrogen	Heliu	Argon	Oxigen	Azot	Bioxid de carbon	Metan	Etan	Propan	*i*-butan	*n*-butan	*i*-pentan	*n*-pentan	*i*-hexan	*i*-hexan	*i*-hexan	*n*-hexan	*i*-heptan	metilciclopentan	*i*-heptan	ciclohexan	*i*-octan	*n*-heptan	*i*-butan / *n*-butan	*i*-pentan / *n*-pentan
1	B	586—600	Gaze libere	0,0051	0,01	0,0037	—	1,18	1,6	94,9	0,95	0,23	0,075	0,06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,2	—
2	E_1	994—1032	Gaze asociate	0,007	0,034	—	0,025	9,6	0,0	86,0	2,0	1,1	0,37	0,61	0,11	0,08	0,001	0,009	0,003	0,008	—	0,001	0,0003	0,0003	0,0003	0,00054	0,60	1,37
3	C	1096—1112	Gaze libere	—	0,015	0,036	—	0,72	—	93,5	2,88	1,09	0,85	0,52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,6	—
4	F_1	1358—1364	Gaze asociate	0,006	0,017	—	0,036	0,4	0,0	93,5	3,9	1,2	0,37	0,42	0,06	0,003	0,0005	0,0016	0,0008	0,0024	—	0,0003	0,00015	0,0001	0,00015	0,0	0,88	2
5	N	2053—2084	Gaze asociate	0,003	0,012	0,021	—	8	—	51,0	13,5	13,4	4,6	6,3	1,8	1,2	0,03	0,27	0,09	0,21	—	0,06	0,03	0,018	0,006	0,03	0,7	1,5
6	M	2132—2144	Gaze asociate	0,004	—	—	—	0,06	—	90,0	5,8	2,7	0,51	0,69	0,12	0,09	0,0009	0,012	0,005	0,013	—	0,003	0,0004	0,0009	0,0009	—	0,74	1,3
7	J	2657—2695	Gaze asociate	0,009	0,01	—	—	0,55	0,87	84,0	6,0	4,0	1,53	2,1	0,5	0,42	0,01	0,09	0,036	0,082	—	0,02	0,01	0,006	0,002	0,012	0,73	1,2
8	I	2404,5—2371,4	Gaze asociate	0,03	0,017	—	—	1,0	11,6	69,0	7,35	3,2	2,5	3,7	0,9	0,7	0,016	0,076	0,028	0,06	—	0,01	0,009	0,003	0,003	0,004	0,6	1,2
9	R	2330—2281	Gaze asociate	0,03	0,001	—	0,0	0,024	0,019	86,3	8,25	2,54	1,08	1,26	0,24	0,15	0,0032	0,0208	0,0072	0,0232	0,0	0,0029	0,0016	0,0013	0,0003	0,0027	0,8	1,6
10	R_1	2610—2587	Gaze asociate	0,0	0,0	0,0	—	0,01	93,51	5,72	0,38	0,22	0,224	0,042	0,009	0,008	0,00016	0,0017	0,0007	0,0019	—	0,0009	0,0005	0,0005	0,0002	0,0005	0,5	1,1
11	S	2709—2698	Gaze asociate	0,0	0,0	—	0,0	0,01	1,0	93,6	4,0	0,89	0,19	0,18	0,038	0,03	0,0004	0,003	0,001	0,0026	—	0,00045	0,0	0,0004	0,00015	0,00015	1,0	1,3

TABELA 3

Compoziția chimică a gazelor din paleogen, % vol.

Nr. crt.	Sonda	Adîncimea, m	Caracterele gazului	Hidrogen	Heliu	Argon	Oxigen	Azot	Bioxid de carbon	Metan	Etan	Propan	*i*-butan	*n*-butan	*i*-pentan	*n*-pentan	*i*-hexan	*i*-hexan	*i*-hexan	*n*-hexan	*i*-heptan	metilciclopentan	*i*-heptan	Ciclohexan	*i*-octan	*n*-heptan	$\frac{i\text{-butan}}{n\text{-butan}}$	$\frac{i\text{-pentan}}{n\text{-pentan}}$
1	T	1530—1536	Gaze asociate	0,012	0,012	—	—	0,032	—	95,9	2,25	0,72	0,43	0,40	0,09	0,05	0,003	0,007	0,005	0,008	—	0,005	0,004	0,0035	0,001	0,001	1,1	1,8
2	C	1763—1785	Gaze libere	0,017	0,014	0,082	—	1,5	—	92,2	2,73	1,80	0,88	0,45	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,9	—
3	M	2872—2883	Gaze asociate	0,02	—	—	—	0,21	0,15	77,6	12,2	4,5	2,2	2,3	0,12	0,09	0,0009	0,012	0,005	0,013	—	0,003	0,0004	0,0009	0,0009	0,0007	0,96	1,3
4	U	3284—3292	„ „	0,017	0,005		—	0,8	—	87,2	7,3	3,3	0,42	0,7	0,12	0,11	0,0007	0,009	0,003	0,009	—	0,002	0,0004	0,0008	0,0003	0,0005	0,6	11
5	V	3711—3703	Gaze libere	0,114	0,008	0,0014	—	0,2	0,12	96,0	3,1	0,07	0,23	0,06	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,8	—

TABELA 4

Compoziția chimică a gazelor din cretacic, % vol.

Nr. crt.	Sonda	Adîncimea, m	Caracterul gazului	Hidrogen	Heliu	Argon	Oxigen	Azot	Bioxid de carbon	Metan	Etan	Propan	*i*-butan	*n*-butan	*i*-pentan	*n*-pentan	*i*-hexan	*i*-hexan	*i* -hexan	*n*-hexan	metilciclohexan-pentan	*i*-heptan	ciclohexan	*i*-octan	*n*-heptan	$\frac{i\ C_4}{n\ C_4}$	$\frac{i\ C_5}{n\ C_5}$
1	R_1	2821—2782	Gaze asociate	0,01	—	—	0,3	1,3	87,9	9,6	0,54	0,28	0,013	0,019	0,0011	0,0005	0,0	0,0004	0,00002	0,00004	—	—	—	—	—	0,7	2,2
2	S	2871—2851	Gaze asociate	0,12	0,0	—	0,0	0,006	0,0	92,8	4,8	1,25	0,34	0,53	0,14	0,13	0,0013	0,014	0,004	0,014	0,0021	0,0011	0,0006	0,0003	0,0003	0,7	1,0
3	S	2945—2934,5	Gaze asociate	0,23	0,0	—	0,0	0,035	1,3	80,9	11,2	3,9	1,03	1,32	0,15	0,09	0,0009	0,0058	0,0021	0,007	0,0011	0,0	0,0005	0,0003	0,0007	0,7	1,6
4	W	3860—3838	Gaze libere	0,01	0,008	0,0029	0,0	0,45	0,0	94,9	3,43	0,60	0,4	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,0	—

TABELA 5

Compoziția chimică a gazelor din fundament, % vol.

Nr. crt.	Sonda	Adîncimea, m	Caracterele gazului	Hidrogen	Heliu	Argon	Oxigen	Azot	Bioxid de carbon	Metan	Etan	Propan	*i*-butan	*n*-butan	*i*-pentan	*n*-pentan	*i*-hexan	*i*-hexan	*i*-hexan	*n*-hexan	*i*-heptan	metilciclopentan	*i*-heptan	ciclohexan	*i*-octan	*n*-heptan	$\frac{i\text{-butan}}{n\text{-butan}}$	$\frac{i\text{-pentan}}{n\text{-pentan}}$
1	F_1	1598—1583	Gaze asociate	0,6	0,013	—	0,025	0,44	0,0	93,5	3,3	1,0	0,37	0,46	0,09	0,06	0,001	0,005	0,002	0,005	—	0,0006	0,0003	0,0001	0,0002	0,0003	0,8	1,5
2	W	2215—2197	Gaze asociate	0,017	0,0	—	0,025	0,16	0,6	92,6	4,2	1,3	0,44	0,60	0,08	0,04	0,001	0,0046	0,002	0,0058	—	0,0006	0,001	0,0002	0,0004	0,0006	0,76	2
3	J	2858—2846	Gaze asociate	0,034	0,011	0,011	0,02	0,2	2,0	81,4	8,8	2,8	1,3	1,7	0,6	0,42	0,014	0,09	0,036	0,082	—	0,02	0,01	0,006	0,002	0,012	0,76	1,4

ca apoi prin creşterea adîncimii să scadă sub 1 % şi să crească din nou la adîncimi mai mari (tabela 1).

O variaţie asemănătoare a azotului se constată şi în Miocen. Aceasta duce la concluzia că azotul din gazele cercetate provine din două surse diferite : în gazele de mică adîncime predomină azotul atmosferic, pătruns în zăcămînt odată cu apele meteorice, iar în gazele de la adîncimi mai mari predomină azotul biochimic, legat de transformările substanţei organice în timpul procesului de bituminizare. În formaţiunile mai vechi, unde azotul se găseşte în cantităţi foarte mici, cea mai mare parte din el este tot de natură biochimică.

Bioxidul de carbon este un alt component important [5, 6]. Acesta se găseşte în cantităţi însemnate în gazele din Pliocen, Miocen şi Cretacic. De obicei în formaţiunile mai vechi bioxidul de carbon dispare (tabela 6). Foarte interesantă

TABELA 6

Variaţia concentratului CO_2 şi CH_4, precum şi a raportului $\frac{iC_4}{nC_4}$

Nr. crt.	Adîncimea, m	Formaţiunea geologică	CO_2, %	Metan, %	Valoarea raportului $\frac{iC_4}{nC_4}$
1	1728—1710	Panonian	98,7	0,99	0,45
2	1872—1862	Panonian	98,0	1,3	0,6
3	2695—2657	Miocen	1,0	84,2	0,73
4	2830—2820	Fundament cristalin	0,87	82,0	1,3
5	2858—2846	Fundament cristalin	2,0	73,4	1,3

este distribuţia bioxidului de carbon în unul din zăcămintele cercetate (tabela 7) : în Sarmaţian, la

TABELA 7

Variaţia CO_2 şi a CH_4

Nr. crt.	Adîncimea	Formaţiunea geologică	CO_2	CH_4
1	2086—2030	Sarmaţian	6,21	69,77
2	2330—2290	Tortonian	0,0	86,9
3	2610—2587	Tortonian	93,5	5,72
4	2821—2782	Cretacic	87,9	9,6

o adîncime de 2 086 m, gazele au un conţinut de 6,21 %, în Tortonianul superior între adîncimile de 2 290 şi 2 330 m CO_2 dispare şi apare din nou în Tortonianul inferior, la adîncimile de 2 610 şi 2 587 m, cu o concentraţie de 93,5%. Aproximativ aceeaşi concentraţie se menţine şi în Cretacic la adîncimea de 2 821 m. Urmărind distribuţia acestui gaz în diferitele formaţiuni geologice, putem trage concluzia că în depresiunea panonică bioxdul de carbon are două origini diferite. În formaţiuni mai tinere din Pliocen şi Mirocenul superior (Sarmaţian) este vorba de un bioxid de carbon care a luat naştere fie în prima fază de bituminizare a substanţei organice (faza de decarboxilare, dezaminare), fie în procesele de oxidare a hidrocarburilor de către sulfaţi în prezenţa bacteriilor anaerobe. În formaţiunile mai vechi, Tortonian şi Cretacic ne găsim în prezenţa unui bioxid de carbon de origine internă : fie eruptivă, de gazificarea magmei, fie metamorfică : disociaţia carbonaţilor. O verificare a concluziilor de mai sus s-ar putea face prin determinarea valorii raportului $\frac{C_{12}}{C_{13}}$ în bioxidul de carbon din diferitele formaţiuni geologice ale depresiunii panonice. În cazul bioxidului de carbon de origine biochimică valoarea acestui raport este mai mare decît a bioxidului de carbon de origine internă.

Hidrogenul nu se găseşte în gazele libere sau apare în cantităţi de ordinul miimilor de procent. În gazele asociate din Pliocen-Miocen, acest element are valori de ordinul sutimilor de procent, iar în gazele din formaţiunile mai vechi (Paleogen, Cretacic, Fundament), de ordinul zecimilor de procent.

Această creştere a concentraţiei hidrogenului cu vechimea formaţiunilor duce la concluzia că originea hidrogenului este legată de reacţiile de disproporţionare (hidrogenare-dehidrogenare) care au loc într-o fază mai înaintată, de transformare a hidrocarburilor sub influenţa presiunii, a temperaturii şi a catalizatorilor minerali.

Oxigenul apare în cantităţi mici şi numai întîmplător în gazele cercetate. Fiind un element extrem de reactiv, chiar dacă s-ar forma în cantităţi mai mari, în timpul transformării substanţei organice el se combină cu alţi componenţi minerali, dispărînd astfel din gaze. Prezenţa lui (de ordinul sutimilor de procent) s-ar datora impurificării cu oxigen atmosferic a gazelor analizate.

Heliul şi argonul [7, 8, 10, 13] a fost găsit în concentraţii mici, de ordinul sutimilor de procent. Singurele observaţii în legătură cu prezenţa heliului în gazele cercetate au fost următoarele : în gazele cu un conţinut ridicat în azot heliul are valori mai ridicate. De asemenea, în gazele din Pliocen se observă o tendinţă a heliului de a se concentra în formaţiunile de la adîncimi mai mici.

Originea heliului în gazele cercetate este radiogenă : dezintegrarea mineralelor de uraniu şi de thoriu disiminate în masa rocilor fie din fundament, fie din formaţiunile petrolifere.

Argonul pare a avea o origine mixtă (atmosferică şi radioactivă). În gazele de mică adîncime, acolo unde azotul se găseşte în procente ridicate, argonul este de origine atmosferică ; în gazele de adîncime, în apropiere de fundament, originea este radiogenă, argonul luînd naştere prin dezin-

tegrarea K^{40} din mineralele de K. Compoziția chimică a gazelor, corelată cu caracterele geologice ale regiunii, permite să se facă și unele considerații asupra formării zăcămintelor [10,11, 12]. În natură migrarea hidrocarburilor gazoase prin stratele acoperitoare poate fi comparată cu trecerea unei mase de gaze printr-o uriașă coloană cromatografică, formată din roci cu proprietăți de adsorbție și desorbție diferite. Prin trecerea prin această coloană gazele își schimbă compoziția, îmbogățindu-se în componenții cu viteza cea mai mare de migrare. Urmărind de-a lungul unei coloane stratigrafice variația raportului concentrațiilor a doi componenți cu viteze de migrare diferite, se poate preciza dacă zăcămîntul din care fac parte cei doi componenți s-a format prin acumularea hidrocarburilor venite din adîncime sau a luat naștere chiar în formațiunea în care se află astăzi.

S-au ales în cazul de față doi componenți : *n*-butan și *i*-butan, a căror viteză de difuziune a fost măsurată în laborator. În toate încercările făcute s-a găsit că *i*-butanul are o viteză de difuzie mai mare decît *n*-butanul. Valoarea raportului $\frac{iC_4}{nC_4}$ s-a urmărit în toate sondele cercetate.

În tabelele 6 și 8 se dă variația raportului $\frac{iC_4}{nC_4}$ în gazele de la două sonde care au străbătut majoritatea formațiunilor productive. Prima a străbătut Panonianul, Miocenul, și o porțiune

TABELA 8

Variația raportului $\frac{iC_4}{nC_4}$ în gazele din sonda M

Nr. crt.	Adîncimea, m	Formațiunea geologică	Valoarea raportului $\frac{iC_4}{nC_4}$
1	1708—1695	Panonian	0,64
2	1874—1865	Panonian	0,62
3	2062—2035	Miocen	0,70
4	2144—2132	Miocen	0,74
5	2883—2872	Paleogen	0,96

de circa 150 m din Cristalinul alterat. Fiecare dintre aceste formațiuni conțin acumulări de hidrocarburi din care s-au colectat probe de gaze. În gazele din Cristalin acest raport are valoarea 1,3, în Miocen 0,73, în Panonianul inferior 0,6, iar în Panonianul superior 0,45. Aceste valori arată că gazele care se găsesc în formațiunile străbătute de sonda cercetată nu sînt gaze migrate, cu excepția acelora din Cristalin cu valoarea $\frac{iC_4}{nC_4}$ cea mai ridicată (1,3) și care probabil au venit acolo din Miocenul adiacent. În continuare se dau și valorile raportului $\frac{iC_4}{nC_4}$ pentru o sondă care a străbătut trei formațiuni productive : Panonianul, Miocenul și Paleogenul. Valoarea acestui raport în Paleogen este 0,96, în Miocen 0,70 — 0,74, iar în Panonian este cuprinsă între 0,62 și 0,67.

Aceste valori arată că și aici nu este vorba de gaze migrate, ci de gaze care se găsesc în zăcăminte primare.

Un alt argument de natură geochimică care pledează pentru originea primară a zăcămintelor din depresiunea panonică este și faptul că, acolo unde bioxidul de carbon se găsește în gazele din Panonian, lipsește din formațiunile mai vechi, iar în sondele în care el se găsește în formațiuni mai vechi (Tortonian, Cretacic), lipsește din formațiuni mai noi sau se găsește în cantități foarte mici. Aceste concluzii nu sînt în contradicție cu caracterele geologice ale depresiunii, unde în majoritatea formațiunilor productive se găsesc alături de roci-magazin și roci care au putut avea rolul de roci generatoare de hidrocarburi. Astfel în Paleogen, se găsesc alternanțe de marno-argile, gresii și microconglomerate, care au putut juca rolul de roci generatoare de hidrocarburi, în Miocen, de asemenea se găsește o alternanță de argile și roci organogene (calcare, dolomite, șisturi cu radiolari), cu caracter de roci generatoare, iar în Pliocen pot fi considerate roci-mamă rocile organogene și marnele albe din meoțian, precum și marnele nisipoase din Pontian. Toate aceste considerații geochimice și geologice duc la concluzia că acumulările de hidrocarburi din depresiunea panonică se găsesc în zăcăminte primare, gaze migrate găsindu-se numai în fundamentul cristalin alterat, venite probabil din sedimentarul adiacent.

BIBLIOGRAFIE

1. Atanasiu, I. Zăcămintele de țiței din România În : Petrol A.G.I.R. nr. 3, București, 1948.
2. Alexeev, F. A. Osnovî priamîh geohimiceski metodov poiskov neftianîh i gazovîh mestorojdenii, Moscova, 1967.
3. Ciupagea, D. Sür la composition de gaz libres de quelques sources salées dans la partie SE de la cuvette Transylvaine. În : Bull. de la Sect. Scientifique de l'Academie Roumaine. **XXVI**, nr. 1, București, 1943.
4. Călinescu, I. În : Petrol și gaze, **22**, nr. 3, 1971.
5. Kertay, Gy. Oil and Natural Gas in Hungary, Symposion, Sobre Yacimentos de Petroleo y Gas. XX. Congreso Geologico International, Mexic, 1956.
6. Gavăț, I. Geologia petrolului și a gazelor naturale. Ed. didactică și pedagogică, București, 1964.
7. Hitchon, B. În : J. Canad. petrol, tehnol, **2**, nr. 4, 1963.
8. Iacuteni, V. P. Geologia Helia, Leningrad, 1968.
9. Kozlov, A. L. Problemî geochimii prirodnîh gazov. Gostopehizdat, 1950.
10. Marincović, S. În : Ref. Chem. astrec., **54**, Belgrad, 1960.
11. Petrișor, I., Grigoraș, N. și Filipescu, M. N. Cercetări în legătură cu originea și compoziția chimică a gazelor naturale din R.S. România. Sesiunea științifică a I.G.P., București, 1968.
12. Tissot, B. Problemele geochimice ale genezei și migrației petrolului. În : R.I.F.P. nr. 11, Paris, 1966.
13. Zartman, R. E. și Wasserburg, G. I. În : J. Geophis. res., **66**, nr. 1, 1961.
14. Debyser, J., Deroo, G. și Roucoche, J. Étude geochimique du bassin Panonien de Roumanie. Raport 176 C/1970, I.C.P.T.E.T.G.

Aspecte geologice ale platformei moldoveneşti pe baza datelor de foraj

V. Voinea şi Lidia Bălăuţă

În ultimele două decenii, întreg teritoriul ţării a fost acoperit de o largă gamă de lucrări de prospecţiuni pentru minerale utile şi fluide, în vederea descoperirii unor noi zăcăminte de materii prime, atît de necesare dezvoltării economiei naţionale.

Ca urmare a acestor lucrări, în regiunea situată la est de Carpaţii Orientali s-au obţinut unele informaţii, care au sporit interesul cercetărilor faţă de această zonă, considerată pînă nu de mult ca o zonă neatractivă.

Noile informaţii au justificat întocmirea şi executarea unui program de prospecţiuni detaliat, care să conducă la adîncirea gradului de cunoaştere geologică.

În continuare se vor prezenta o sintetizare şi o succintă analiză a acestor prospecţiuni, cu scopul de a delimita obiectivele ce prezintă cele mai mari perspective.

Din punct de vedere geologic, în această zonă s-au separat următoarele unităţi structurale: platforma moldovenească, depresiunea Bîrladului şi promontoriul Nord-Dobrogean.

Separarea acestor unităţi structurale s-a făcut pe baza lucrărilor de prospecţiune (în special a celor seismice), confirmate apoi şi de forajele executate.

În urma acestor lucrări s-au adus noi precizări asupra stratigrafiei şi tectonicii regionale, care au făcut posibilă orientarea mai judicioasă a lucrărilor de exploatare.

Lucrările efectuate pînă în anii 1950 de către unii cercetători aduc precizări în primul rînd de ordin stratigrafic, bazate mai mult pe observaţii de suprafaţă şi pe analize paleontologice.

Începînd cu anul 1950 pe aceste trei mari unităţi structurale s-a desfăşurat o intensă activitate de prospecţiuni seismice, însoţită concomitent de foraje de explorare şi de prospecţiune cuprinzînd aproape întreaga zonă, care face obiectul prezentei lucrări.

Lucrările seismice executate (la început cu aparatură oscilografică şi apoi cu aparatură modernizată) au adus informaţii preţioase asupra configuraţiei tectonicii, putîndu-se astfel delimita mai precis unităţile structurale amintite.

Executarea în paralel şi a unor lucrări de foraj a facilitat obţinerea unor informaţii stratigrafice şi tectonice interesante, care vin să completeze imaginea geologică cunoscută anterior, contribuind în acest fel la reconsiderarea perspectivelor fiecărei unităţi în parte.

Pentru a putea trage unele concluzii de ordin economic, se va face o scurtă analiză geologică a acestor trei unităţi structurale.

Datele obţinute pînă în prezent arată că din punct de vedere geologic aceste unităţi structurale sînt alcătuite dintr-un fundament precambrian, reprezentat prin roci metamorfice şi eruptive, în zona platformei moldoveneşti (stabilite prin forajele de la Todireni şi Iaşi) şi prin roci de tipul celor ce apar la zi în Dobrogea de nord, rep ezentate prin şisturi verzi, filite, micaşisturi, şisturi biotitice şi cuarţitice etc.

În depresiunea Bîrladului, fundamentul nu a fost deschis, însă se presupune că pe rama nordică el ar fi alcătuit din acelaşi tip de roci întîlnite în platforma moldovenească, iar pe rama sudică ar putea fi asemănător cu rocile întîlnite în sondele săpate pe promontoriul Nord-Dobrogean.

Valorile izobatice ale acestor formaţiuni întîlnite în sonde arată că fundamentul se afundă treptat în direcţia S-SV.

Discordant peste acest fundament precambrian se dispun formaţiunile paleozoicului, reprezentate prin ordovician, silurian, devonian, carbonifer şi permian.

Aria de răspîndire a acestor formaţiuni fiind diferită arată că apele din care s-au depus aceste sedimente au ocupat suprafeţe diferite. Alcătuirea lor litologică, şisturi argiloase, calcare dure, gresii silicioase etc., plasează aceste formaţiuni în afara sferei de interes pentru hidrocarburi, ele prezentînd interes numai din punct de vedere stratigrafic şi al evoluţiei geologice a întregii regiuni.

Discordant, peste aceste formaţiuni se dispun sedimentele mezozoice, care în platforma moldovenească sînt reprezentate numai prin cele cretacice, iar în depresiunea Bîrladului se mai adaugă cele jurasice şi, îndoielnic, cele triasice. Aceste depozite sînt alcătuite în cea mai mare parte din calcare, argile, gresii, calcare cretoase şi foarte rar, din marne.

Datele rezultate din lucrările executate în această regiune arată că aceste depozite nu prezintă interes imediat pentru hidrocarburi.

Noul ciclu de sedimentare (miocenul) a fost întrerupt în depresiunea Bîrladului, în sudul şi în vestul platformei moldoveneşti, de un scurt episod paleogen, cînd s-au depus pe suprafeţe reduse depozitele eocenului, care nu prezintă nici un interes din punct de vedere economic.

Începînd cu acest ciclu de sedimentare se va insista mai mult asupra litologiei acestor factori determinanți în formarea și păstrarea unor acumulări industriale de hidrocarburi în această regiune.

Depozitele miocene sînt reprezentate prin tortonian și sarmațian.

Depozitele tortonianului se dispun transgresiv peste cele cretacice. Ele sînt reprezentate prin gresii, conglomerate, calcare marnoase cu silexuri, calcare cu lithotamnium, în partea inferioară, și prin marne și anhidride, la partea superioară. Aceste depozite prezintă mari variații de facies pe orizontală, datorită condițiilor de sedimentare. Astfel, în extremitatea estică a platformei moldovenești, aproximativ la est de linia Botoșani-Podul Iloaiei, în alcătuirea litologică a depozitelor tortonianului lipsesc cu desăvîrșire sedimentele lagunare, pe cînd la vest de această linie ele apar, formînd o placă rigidă, care constituie un bun reper de corelare pe tot cuprinsul platformei. Grosimea acestor depozite suferă influența înclinării generale a platformei moldovenești, îngroșîndu-se în direcția de afundare a acesteia, direcție în care se adaugă noi termeni litologici. Acest tip de facies, prin care este reprezentat tortonianul, face ca aceste depozite să nu prezinte interes pentru hidrocarburi.

Concordant, peste depozitele tortonianului se dispune buglovianul, care are o grosime de circa 60 m. Aceste depozite au fost identificate numai în platforma moldovenească [1, 2].

În depresiunea Bîrladului și în promontoriul Nord-Dobrogean aceste depozite nu au fost întîlnite.

Acolo unde au fost identificate aceste depozite sînt reprezentate prin calcare recifale cu *Serpula gregalis*, *Echinide*, *Briczoare* și mulaje de diverse specii de *Cardium* și *Modiola*, marne calcaroase, marne argiloase și uneori bentonite. Această alcătuire litologică nu este uniformă pe aria de răspîndire a acestor depozite, ceea ce arată că în timpul depunerii acestora au existat diferite condiții de sedimentare, care au dat naștere unor pronunțate variații de facies.

Din analizele efectuate pe carotele mecanice extrase din numeroase sonde [3] s-a putut stabili că depozitele buglovianului prezintă două faciesuri distincte: un facies calcaros-recifal, în partea de est a platformei, care se extinde aproximativ pînă la linia Botoșani-Iași, și un facies marnos argilos, la vest de această paralelă.

În continuare în zona platformei moldovenești se dispun depozitele sarmațianului, care sînt prezente prin toate cele trei etaje stratigrafice: bessarabian, volhynian și kersonian.

În unele cazuri (depresiunea Bîrladului, promontoriul Nord-Dobrogean) aceste depozite sînt dispuse discordant peste eocen, cretacic, jurasic, permotrias, paleozoic sau cristalin.

Din punct de vedere litologic, aceste depozite sînt alcătuite exclusiv din roci detritice, conglomerate, gresii, marne și nisipuri.

Grosimea acestor sedimente variază între 1 000 și 2 500 m. Această grosime mare se poate explica prin fenomenul de subsidență, adică printr-o scufundare lentă a fundului mării. Pe măsură ce ne apropiem de partea superioară a Sarmațianului, caracteristicele faunistice indică o trecere treptată de la depozitele marine la cele de apă dulce.

De asemenea, pentru aceste depozite sînt caracteristice concrețiunile de mărimi și forme variabile, precum și prezența în conglomerate a unor elemente petrografice remaniate din depozitele flișului Carpaților Orientali.

Răspîndirea mare a Sarmațianului, grosimea și alcătuirea sa litologică fac din aceste depozite un obiectiv care justifică cercetarea lui în continuare.

Pliocenul, care încheie ciclul de sedimentare neogen, se dezvoltă numai în partea de sud a zonei luate în studiu, în special în depresiunea Bîrladului și în promontoriul Nord-Dobrogean.

El este reprezentat prin toți termenii săi, care însă își restrîng aria de răspîndire de la nord către sud. Litologic, aceste depozite sînt alcătuite din argile, pietrișuri, marne nisipoase, nisipuri și pe alocuri conglomerate.

Toate aceste formațiuni sedimentare se ascund sub cuvertura subțire a depozitelor cuaternare alcătuite din depozite de terasă, aluviuni lehmloessoid și turbării.

Referindu-ne la tectonica regională, ultimele rezultate obținute aduc modificări substanțiale concepțiilor vechi, în care platforma moldovenească îngloba întregul teritoriu al Moldovei de la est de zona miocenă a depresiunii Precarpatice. Astfel, s-a stabilit că în acest teritoriu sînt cuprinse trei unități structurale, bine individualizate din punctul de vedere al evoluției geologice. Aceste trei unități structurale sînt următoarele:

1. Platforma moldovenească;
2. Depresiunea Bîrladului;
3. Promontoriul Nord-Dobrogean.

Prima unitate structurală, platforma moldovenească, care este o continuare a platformei Podolice pe teritoriul țării noastre, vine în contact cu celelalte unități adiacente (depresiunea precarpatică și depresiunea Bîrladului), prin intermediul unor zone de tranziție, ce reprezintă versantul înclinat al platformei spre aceste depresiuni.

În zona centrală a platformei, tectonica este monotonă, fiind reprezentată printr-o structură monoclinală cu cădere generală spre S—SV.

În zonele de tranziție, unde căderea se accentuează, pe fondul general de scufundare în trepte a platformei apar elemente structurale de ordin inferior, care complică configurația

generală a tectonicii. De asemenea, un alt factor care complică tectonica în ansamblul ei îl constituie și seria de accidente apărute în urma mișcărilor tectonice ce au avut loc în această zonă.

Aceste noi elemente tectonice au favorizat efilarea totală sau parțială a anumitor formațiuni în urma cărora au luat naștere unele capcane stratigrafice sau chiar litologice.

Raporturile promontoriului dobrogean cu depresiunile adiacente par a fi mai pronunțate decît cele ale platformei. Trecerea spre depresiune se face prin intermediul unor fracturi majore, (cum este cazul fracturii Oancea-Ghidigeni-sud Adjud), care marchează limita promontoriului cu depresiunea Bîrladului.

În evoluția geologică a întregii regiuni se pot deosebi mai multe etape, care au influențat atît tectonica în ansamblu, cît și regimul de sedimentare a formațiunilor. Pentru a ilustra aceste afirmații recurgem la reconstituirea raporturilor de sedimentare existente între depozitele miocene și relieful preexistent.

În partea de nord unde depozitele miocenului superior vin în contact direct cu formațiunile cretacice, arată că această zonă în timpul miocenului inferior și al paleogenului a funcționat ca o zonă exondată, care a limitat extinderea acestor ape și în această regiune. Mai la sud, depozitele miocene vin în contact cu cele paleogene (eocen), care la rîndul lor stau direct peste depozitele jurasicului. Aceste două lacune stratigrafice (miocen inferior-eocen și eocen-jurasic) arată că acest perimetru a suferit mișcări pe verticală (atît ascendente cît și descendente) în aceste perioade, care au influențat în mod direct stabilirea unei succesiuni stratigrafice normale. De fapt, în acest perimetru se înscrie și depresiunea Bîrladului, ceea ce confirmă faptul că zona a fost afectată de cele mai importante mișcări tectonice.

În partea de sud a regiunii (mai precis promontoriul Nord-Dobrogean), depozitele miocenului superior sînt suportate atît de șisturile verzi, cît și de roci cristaline, indicînd că această zonă a funcționat ca o cordilieră în toate perioadele geologice, delimitînd astfel aria de răspîndire a depozitelor sedimentare mai noi.

O altă remarcă care merită o atenție deosebită este aceea cu privire la răspîndirea depozitelor sarmațiene și pliocene pe toată suprafața perimetrului în discuție. Din datele de sondă cît și din observațiile de suprafață rezultă că Sarmațianul nu este reprezentat prin toți cei trei termeni ai săi pe întreaga suprafață. Astfel, volhynianul și bessarabianul au răspîndirea cea mai mare, însă kersonianul poate fi întîlnit numai pe crestele unor dealuri din centrul Podișului moldovenesc. Cu cît înaintăm spre nord, bessarabianul se subțiază în mod considerabil și în extremitatea nord-estică a Moldovei dispare chiar.

În extremitatea sudică depozitele sarmațianului dispar complet, ceea ce arată că în această zonă, cordiliera Nord-Dobrogeană a avut rol de țărm pentru extinderea apelor sarmațiene în această regiune.

Răspîndirea depozitelor pliocene arată că apele acestei mări, spre nord, nu au depășit paralela Bacăului, însă în partea sudică ele au acoperit promontoriul Nord-Dobrogean.

Această dezvoltare a depozitelor sedimentare, atît pe verticală cît și pe orizontală, precum și condițiile structurale existente, oferă posibilitatea unei interpretări geologice complexe, care în final să conducă la elucidarea unor probleme de ordin economic.

Concluzii

Lucrările de foraj și seismice efectuate pînă în prezent au confirmat prezența celor trei mari unități tectonice în zona neogenă situată la est de depresiunea precarpatică.

Raporturile tectonice dintre platforma propriu-zisă și depresiunile adiacente (depresiunea precarpatică, depresiunea Bîrladului) scot în evidență o zonă de trecere de la platformă la depresiune. Această zonă de trecere se face treptat, prin intermediul unor fracturi care scufundă versantul vestic al platformei în depresiunea precarpatică.

Fracturi importante delimitează și promontoriul Nord-Dobrogean.

Depresiunea Bîrladului se individualizează ca o depresiune premontană, instalată parțial pe un fundament dobrogean și parțial pe versantul scufundat al platformei moldovenești.

Pe flancurile acestei depresiuni sînt prezente slabe ondulații și inflexiuni în depozitele sedimentare, care pot juca rolul de capcane în calea migrării hidrocarburilor.

De asemenea, variația de facies laterală, efilările de strate, cît și fracturile existente creează diferite forme de capcane capabile să înmagazineze zăcăminte.

BIBLIOGRAFIE

1. Atanasiu, I. și Macarovici, N. Sedimentele miocene ale părții septentrionale a Moldovei. În: An. com. geolog. XXIII, 1950.
2. Macarovici, N. și Jeanrenand, P. Revue générale du néogen de Platforme de la Moldavie. În: An.St. Univ. Alex. I. Cuza, Iași, **IV**, 1958.
3. Turculeț, L. Raport geologic asupra lucrărilor de foraj structurale executate în regiunea Iași, Botoșani. În: An. M.I.P. București, 1963.
4. Ioanesi Bica, Stratigrafia depozitelor miocene de platformă dintre Delta Siretului și Valea Moldovei Ed. Academiei, 1970.

Aplicarea analizei radiometrice la determinarea compoziţiei chimice a apelor de strat şi a filtratelor de noroi

I. Tohăneanu şi N. Caliniac

Datorită informaţiilor suplimentare referitoare la existenţa zăcămintelor de hidrocarburi şi perfecţionărilor continue a probatoarelor de strate (testere), metodele de probare a stratelor în timpul forajului au o largă aplicabilitate în industria extractivă.

Testerele cu cablu geofizic furnizează date importante asupra stratului probat şi a presiunilor de zăcământ, prin intermediul cărora se pot determina : permeabilitatea formaţiunii, raţia gaze-ţiţei, limitele apă-ţiţei sau gaze-ţiţei şi rezistivitatea apei de zăcământ[1]. Aceste date, coroborate cu rezultatele analizelor chimice ale fluidelor de strat, efectuate prin metodele chimiei analitice sau cu metodele radiometrice de analiză, asigură o interpretare completă a probelor ce se extrag din gaura de sondă.

Precizia rezultatelor, ca şi eficienţa interpretării, a testării în final, vor fi asigurate respectîndu-se condiţiile de probare a stratelor referitoare la caracteristicile fluidului de foraj, la etanşeitatea aparatului, la alegerea intervalului de probat etc.

Caracterizarea apelor de strat este destul de dificilă şi este posibilă numai după o serie întreagă de analize fizico-chimice, deoarece compoziţia chimică este foarte variabilă, datorită acţiunii fluidelor asupra diferitelor roci întîlnite, ca şi asupra gazelor, la care se adaugă acţiunea diferitelor alte procese chimice şi biochimice ce au avut loc în timp [2].

Dintre metodele moderne de analiză se remarcă metodele radiometrice, caracterizate printr-o sensibilitate şi o precizie deosebită.

Articolul prezintă posibilităţile de aplicare a unora dintre aceste metode la analiza fluidelor de strat recoltate cu testerele cu cablu, şi anume :

— analiza prin schimb izotopic ;
— analiza prin schimb ionic ;
— analiza prin diluţie izotopică ;
— titrarea radiometrică ;
— analiza prin activare cu neutroni.

La aceste metode de analiză, ca şi în tehnica operaţiilor cu trasori radioactivi la sonde, de altfel, se lucrează cu soluţii radioactive de activitate specifică mult inferioară activităţii soluţiilor de izotopi radioactivi livrate de la reactor.

Efectuarea diluţiei la activitatea specifică impusă ($10^{-3} - 10^{-6}\mu$ Ci/l) se obţine pe baza principiului clasic al diluţiei :

$$CV = C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2 = C_i \cdot V_i = \text{Ct.},$$

care în cazul soluţiilor radioactive devine :

$$A.V = A_1 \cdot V_1 = A_2 \cdot V_2 \cdot = A_i \cdot V_i = \text{Ct.},$$

în care :

C este concentraţia soluţiei ;
V — volumul soluţiei ;
A — activitatea specifică a soluţiei.

Cunoscînd volumul iniţial V_i şi activitatea specifică iniţială A_i se poate prepara o soluţie cu viteza de numărare R_f :

$$V_f = \frac{A_i \cdot V_i}{A_f} = \frac{R_i \cdot V_i}{R_f},$$

în care indicii i şi f se referă la situaţia iniţială şi finală a soluţiei, iar :

R reprezintă viteza de numărare ($R = g.\ S.A.$) ;
g — factor de detectare ;
S — factor de schemă.

Dacă volumul iniţial este prea mic, se procedează la diluţia în trepte.

1. Analiza prin schimb izotopic

Dacă într-o reacţie chimică un atom al unui element dat dintr-un compus schimbă cu un atom similar din alt compus, atom al cărui nucleu este radioactiv, atunci fenomenul poate fi pus în evidenţă prin măsurători radiometrice.

O astfel de reacţie este o reacţie de schimb izotopic şi poate fi exprimată :

$AX_1 + BX \rightleftarrows AX + BX_1$ în care X_1 reprezintă un atom al cărui nucleu este un izotop radioactiv al lui X.

Reacţiile de schimb izotopic pot fi omogene şi eterogene. Pentru cazul schimbului izotopic omogen se poate determina viteza de formare a compusului marcat radioactiv AX.

Pentru condiţiile de echilibru, luînd în consideraţie factorul de schimb (F), se reprezintă grafic log $(1 + F)$ în raport cu timpul şi se obţine o dreaptă din a cărei pantă se poate determina constanta de viteză K.

Studiul reacţiilor de schimb izotopic eterogen este mai dificil, deoarece pe lîngă schimbul izotopic propriu-zis al atomilor respectivi trebuie luate în consideraţie şi reacţiile secundare care au loc : fenomene de adsorbţie, dizolvate, difuzie etc. În această situaţie legea schimbului izotopic omogen nu se mai verifică.

Analiza prin schimb izotopic al fluidelor de strat este posibilă pentru determinarea sulfaţilor, dar este destul de dificilă şi necesită timp pentru dozarea lor chimică.

Utilizarea unui izotop radioactiv adecvat asigură rezultate precise, cu scurtarea timpului de lucru şi cu avantaje economice.

Pentru determinarea sulfaţilor din apele de strat s-au utilizat soluţii de sulfat de zinc, în care zincul este un izotop radioactiv.

Schimbul izotopic care are loc între izotopii stabili şi radioactivi ai zincului asigură determinarea cantitativă a sulfaţilor.

Tabela 1 conţine date ale determinării sulfaţilor prin metode chimice în comparaţie cu cele radiometrice.

2. Analiza prin schimb ionic

Datorită utilizării schimbătorilor de ioni în operaţiile cu trasori radioactivi, a devenit posibilă analiza radiochimică a fluidelor de strat (în special a apelor de strat) prin radiocromatografia de schimb, ca metodă de separare a elementelor marcate radioactiv [3].

Principiul radiocromatografiei de schimb este de fapt cel clasic, al cromatografiei de schimb, şi anume proprietatea unor substanţe de a-şi schimba ioni similari ca sarcină, aflaţi într-o soluţie, atunci cînd asemenea substanţe (schimbători de ioni) şi soluţia se află în contact ca două faze nemiscibile (se specifică faptul că soluţia este marcată radioactiv, urmărirea procesului efectuîndu-se prin măsurători radiometrice ale activităţii).

La analiza prin schimb ionic se fac determinări variind condiţiile în care se realizează schimbul şi determinînd comportarea fiecărui ion în condiţii experimentale. Această comportare este apreciată prin coeficienţii de distribuţie *Kd*. Cînd se lucrează cu soluţii radioactive, proporţionalitatea dintre cantitatea de substanţă activă şi activitatea sa, prin măsurarea vitezelor de numărare date de probe înainte şi după echilibru, face posibilă determinarea coeficienţilor de distribuţie :

$$Kd = \frac{(R_s)f}{(R_m)} = \frac{V}{G} \cdot \frac{(R_m)_i - (R_m)_f}{(R_m)_f}$$

în care :

R_s este viteza de numărare raportată la 1 g de schimbători de ioni ;
R_m — viteza de numărare dată de 1 ml soluţie folosită pentru schimb ;
G — cantitatea de schimbători de ioni, g :
V — volumul soluţiei, ml ;

Indicii i şi f se referă la situaţia iniţială şi finală.

În lucrările de laborator efectuate pentru analiza apelor de strat şi a filtratelor de noroi este posibilă separarea a doi cationi, pe baza diferenţelor de stabilitate a complecşilor anionitici formaţi în soluţii acide.

Determinarea ionilor Ca^{2+} şi a Mg^{2+} în apele de strat s-a executat prin schimb ionic, pe coloane de schimb, cu verificarea capacităţii de schimb prin metoda radiometrică [4].

Pe baza determinărilor constantelor dinamice de schimb a fost posibilă dozarea celor doi ioni în probă. Rezultatele obţinute sînt comparabile cu cele prin metode chimice clasice, cu o sensibilitate mai mare pentru analiza radiometrică (tabela 1).

TABELA 1

Rezultate ale analizei chimice şi radiometrice a apelor de strat şi filtratelor de noroi

Nr. crt.	Felul de determinării	Analize chimice				Analize radiometrice			
		tipul analizei	A	B	C	tipul analizei	A	B	C
1	Rezistivitate (ohm.m)	Rezistivimetrie	0,22	0,13	0,27	—	—	—	—
2	Salinitate (kgΣ/vag)	Gravimetrie	450	1000	230	Activare cu neutroni	474	1025	235
3	Clor (g/l)	Volumetrie	1,8	6,0	0,940	Titrare radiometrică	2,3	5,5	0,97
4	Sodiu (g/l)	Volumetrie	2,2	6,1	1,4	Activare cu neutroni	3,5	7,3	1,5
5	Fe+Al (g/l)	Gravimetrie	0,003	—	0,01	Radiocromatografie	0,005	0,03	0,015
6	Magneziu	Gravimetrie	0,005	—	—	Titrare radiometrică	0,007	—	0,0015
7	Sulfaţi (g/l)	Gravimetrie	0,001	0,005	—	Diluţie izotopică	0,0017	0,0047	0,001
8	Carbonaţi (g/l)	Volumetrie	0,04	0,03	0,03	Titrare radiometrică	0,046	0,037	0,0420

3. Analiza prin diluție izotopică

Diluția izotopică se poate folosi pentru dozarea elementelor, în cazul în care în soluția unei substanțe chimice marcate cu un radioizotop se adaugă substanță chimică identică, inactivă.

Dacă unei soluții inițiale, căreia îi corespunde $G_1(g)$ dintr-un element component al soluției cu viteza de numărare R_1, i se adaugă $G_2(g)$ din același element, dar inactiv, se realizează o diluție izotopică. În soluția rezultată se găsesc $G_1 + G_2(g)$ din elementul respectiv, cărora le corespunde aceeași viteză de numărare echivalentă R_1 (factorul de detecție fiind considerat constant).

Pentru situația inițială și finală a efectuării diluției, știind că viteza de numărare specifică este raportul între viteza de numărare și cantitatea (g) de preparat activ măsurat, rezultă:

$$(R_s)_i = \frac{R_1}{G_1}; \quad (R_s)_f = \frac{R_1}{G_1 + G_2}$$

în care:

$(R_s)_i$ este viteza de numărare specifică înainte de diluția izotopică, puls/min;

$(R_s)_f$ — viteza de numărare specifică după diluția izotopică, puls/min;

De aici se poate deduce relația care stă la baza diluției izotopice:

$$(R_s)_i \cdot G_1 = (R_s)_f \cdot (G_1 + G_2).$$

Prin intermediul acestei relații se pot determina:

— cantitatea de element inactiv adăugat (diluție izotopică directă);

— cantitatea de element marcat radioactiv (diluție izotopică inversă);

— cantitatea de element marcat atunci cînd viteza de numărare specifică inițială nu poate fi determinată experimental (diluție izotopică dublă).

Analiza prin diluție izotopică este avantajoasă în cazul în care elementul de dozat este greu de separat într-o formă chimică și cînd se dispune de cantități mici (cazul filtratelor de noroi).

Măsurînd viteza de numărare specifică rezultată în orice fracțiune separată din cantitatea de probă urmărită și dacă se cunoaște masa elementului de dozat, nu sînt necesare măsurători cantitative, dar este necesar să se dispună de o soluție marcată de concentrație cunoscută, în cazul diluției izotopice directe și de o soluție inactivă în celelalte cazuri (pentru a nu avea mai mult de o necunoscută în relația diluției izotopice).

În acest mod au putut fi determinați ionii Ca^{2+} și Mg^{2+} în probele de filtrat de noroi, unde se dispune de cantități mici pentru analiză.

4. Titrarea radiometrică

Dependența activității măsurate în funcție de volumul de reactiv adăugat, reprezentată grafic prin determinarea punctului de echivalență, stă la baza determinării cantității de element în soluția de analizat.

Titrarea radiometrică asigură rezultate bune atunci cînd ionul de determinat dă un precipitat greu solubil cu un reactiv oarecare și acest ion este un radioizotop convenabil (tipul și energia radiației emise, timpul de înjumătățire etc.). Este cazul determinării sulfaților și a calciului, analize care implică reactivi specifici și timp lung de lucru, cantitățile de analizat fiind mici, mai ales în cazul filtratelor de noroi. Analiza este aplicabilă și la dozarea clorurilor.

Rezultatele analizelor prin titrare radiometrică sînt expuse în tabela 1, care pune în evidență date comparative între metodele chimice clasice de analiză și cele radiometrice.

5. Analiza prin activare cu neutroni

Cunoscută ca metodă de analiză elementară, analiza prin activare cu neutroni permite identificarea și determinarea cantitativă a unuia sau mai multor elemente chimice prin transformarea unor izotopi stabili ai acestora în izotopi radioactivi în urma reacției nucleare de tipul (n,γ) [5];

Din multitudinea variantelor legate de procedeele instrumentale s-a considerat ca avantajoasă și acceptabilă activarea cu neutroni termici, realizată cu o sursă de laborator (flux 10^7—10^8 neutroni/s) și analiză spectrometrică gama a probelor.

Metoda de stabilire a concentrației elementelor este o metodă relativă, pentru care este valabilă relația, [6]:

$$\frac{\text{activitatea probei}}{\text{activitatea etalonului}} = \frac{\text{concentrația elementului în probă}}{\text{concentrația elementului în etalon}}.$$

Termalizarea neutronilor rapizi se efectuează într-un mediu adecvat — parafină sau apă, păstrînd o geometrie fixă pentru pozițiile sursă-probe.

Probele supuse iradierii sînt introduse în vase de polietilenă.

Sensibilitatea metodei este limitată de intensitatea fluxului de neutroni termici și secțiunea eficace de captură specifică fiecărui izotop.

Pentru conținutul fluidelor recoltate cu testerul se pot doza suficient de precis și fără nici o prelucrare chimică a probei, sodiul și magneziul.

Elementul *sodiu* s-a dozat prin intermediul radioizotopului Na^{24}, caracterizat prin timp

de înjumătățire $T^1/_2 = 15h$ și energie a cuantelor gama de 1,36 și 2,75 MeV.

Tehnica de măsurare a constat din determinări în fotopicul de 2,75 MeV al probei-etalon și de analizat, beneficiind la această energie de un fond natural extrem de redus și de absența oricăror interferențe datorate unei activări a altor elemente.

Deoarece în practica măsurătorilor de activități joase se consideră ca activitate minimă măsurabilă activitatea corespunzătoare unui fond natural dublu, determinările radiometrice efectuate cu ajutorul unui analizor spectral monocanal cu scintilator NaI (T1) 11/2 × 1 in au permis obținerea unei sensibilități de 0,1g Na/l pentru o activare de 6 h și 0,05 g Na/l pentru o activare de 12 h.

Pentru elementul *magneziu*, analiza se poate efectua prin intermediul radioizotopului Mg^{27} cu timp de înjumătățire $T^1/_2 = 9,5$ min și energie a cuantelor gama de 0,83 (70%) și de 1,02 MeV (30%).

O activare cu neutroni de 20 min, urmată de o pauză de 1 min, și apoi de măsurarea probei permite obținerea a 80% din activitatea la saturație datorată magneziului.

În această situație perturbarea datorată prezenței sodiului este redusă — o cantitate egală de sodiu perturbă cu 1—2% determinarea pentru magneziu.

Determinările s-au efectuat în banda energetică 0,75—1,15 MeV și condițiile experimentale au permis obținerea unei sensibilități de 0,2 g Mg/l pentru un conținut maxim de sodiu 5 g/l.

O sensibilitate mai mare se poate obține efectuînd o separare chimică obișnuită a sodiului înainte de determinarea magneziului. De menționat faptul că această separație chimică nu este posibilă în cazul filtratului de noroi.

Fără a enumera în totalitate multitudinea avantajelor oferite de această metodă de analiză trebuie remarcate următoarele :

— devine posibilă analiza chimică a filtratelor de noroi ;

— se realizează analize nedistructive, permițînd repetarea acestora ;

— metoda se pretează la automatizare, iar interpretarea cu calculatoare electronice ;

— se poate lărgi gama elementelor analizate prin metodă, utilizînd generatoare de neutroni, tehnici de măsurători ale radiației gama prompte, ale radiației beta etc.

6. Rezultate experimentale

Analizele radiometrice efectuate pe fluidele de strat au constat în determinări ale componentelor apei de strat și ale filtratelor de noroi, ce au o importanță deosebită în interpretarea rezultatelor generale ale probatoarelor de strate.

Experimentările s-au efectuat pe probe de fluide de strat de 100 ml din diferite schele petroliere, cu aplicarea metodei de analiză adecvate fiecărui ion determinat.

Măsurătorile radiometrice se pot efectua cu aparatură radiometrică din dotarea oricărui laborator de radioizotopi din industria petrolieră.

Rezultatele experimentale ale analizelor fluidelor de strat recoltate cu testerele cu cablu sînt expuse în tabelele 1, 2 și 3.

TABELA 2

Rezultatele experimentale ale analizelor fizice și radiometrice (activare cu neutroni) a filtratelor de noroi

Nr. probei	Adîncimea, m	Presiuni, kgf/cm²			Rezistivitate, ohm. m	Permeabilitate, mDy	Salinitate (activare cu neutroni), kgΣ/vag.
		Hidrostatică	Probă	Statică			
1	977	133	39	42	0,22	15	510,755 (450)*
2	1 610	196	34	35	1,5	132	65,665 (43)
3	847	88	29	29	3,3	—	12,55 (7,5)
4	880	137	28	—	4,0	—	9,5 (9,0)
5	933	142	17	—	6,0	—	7,0 (5,5)
6	1 380	143	14	—	5,0	—	10,2 (8,5)
7	2 995	370	50	9,7	2,0	—	95,1 (75,5)
8	2 184	310	30	50	3,6	5,12	27,507 (17)

* Cifrele din paranteze reprezintă valorile salinității determinate în funcție de rezistivitatea filtratelor de noroi.

TABELA 3

Rezultatele analizei prin radioactivare cu neutroni a apei de strat

Nr. probei	Cencentrația probei-etalon, N/l	Activitatea probei-etalon, p/min	Activitatea probei-tester, p/min	Concentrația probei-tester, g/l	Timp de iradiere, h
1	1,0	475	170	10,6	12
2	1,0	450	130	8,85	12
3	1,0	435	225	39,95	12
4	1,0	460	140	9,1	12
5	1,0	480	112	7,0	12
1	0,5	335	235	9,75	36
2	0,5	360	200	8,2	36
3	0,5	350	815	35,03	36
4	0,5	330	190	8,7	36
5	0,5	370	170	6,9	36
1	0,5	475	320	10,1	72
2	0,5	430	250	8,75	72
3	0,5	410	1 150	41,2	72
4	0,5	420	260	9,3	72
5	0,5	410	185	6,85	72

7. Concluzii

Din cele expuse se desprind următoarele concluzii :

1. Aplicabilitatea metodelor radiometrice la analiza fluidelor de strat este posibilă cu mijloacele uzuale ale unui laborator de radioizotopi.

2. Datorită sensibilității lor, eliminării unei serii de faze intermediare de analiză și simplității lor metodele radiometrice de analiză se pot impune în interpretarea calitativă a datelor obținute cu probatoarele de strate.

3. Se menționează în mod deosebit analiza prin radioactivare cu neutroni în stabilirea rapidă a conținutului în sărurile metalelor alcaline și alcalino-pământoase în fluidele de strat.

Analizele radiometrice ale fluidelor de strat oferă perspective experimentale interesante, cu largă aplicabilitate în determinarea rapidă a compoziției chimice a apelor de strat și a filtratelor de noroi.

BIBLIOGRAFIE

1. Ioviţoiu, N. Curs de perfecționare a geologilor în probleme de geofizică de sondă. Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere, 1970, p. 214.
2. Costa-Foru, Al. Profile de sonde obținute prin metode geofizice, radiometrice și geochimice. Ed. tehnică, București, 1958, p. 33.
3. Năşcuţiu, T. Cromatografia pe hîrtie a substanțelor anorganice. Ed. Academiei — R.S.R., București, 1961, p.18
4. Peteu, Gh. și Caliniac, N. În : Tehnica nucleară, nr. 10, 1968, p. 11
5. Strain, J. E. și Leddicotte, G. W. Industrial Activation in the Petroleum Industry. Proccedings In. strument Society of America, 1962, p. 193.
6. Năşcuţiu, T. Metode radiometrice de analiză, Ed. Academiei, R.S.R., 1971, p. 295.

RECENZIE

S. Tindeche: **Exploatarea conductelor de petrol.** Ed. tehnică, București, 1972, 240 p.

Conductele de petrol, ca artere de circulație a petrolului și a produselor petroliere, joacă un rol deosebit de important în funcționarea ritmică a șantierelor de extracție, a rafinăriilor prelucrătoare și a bazelor de desfacere pentru consumul intern sau export.

Problema principală a exploatării unei conducte o constituie asigurarea unei funcționări fără întrerupere și în plin a conductei, astfel ca volumul de transport planificat să fie realizat.

Exploatarea rațională și întreținerea corectă a unei conducte în scopul menținerii ei în stare de funcționare un timp îndelungat are o deosebită importanță din punct de vedere economic, deoarece conductele propriu-zise și instalațiile care le deservesc (stații de pompare și parcuri de separatoare) reprezintă circa 80 % din totalul investițiilor în sectorul extracției petrolului.

Prezenta lucrare tratează problemele referitoare la exploatarea și întreținerea conductelor de petrol, care asigură transportul petrolului de la schelele de extracție pînă la rafinării și al produselor petroliere de la rafinării pînă la bazele de desfacere.

În capitolul I se clasifică mijloacele de transport ale petrolului și ale produselor petroliere, arătîndu-se avantajele și dezavantajele fiecăruia.

Capitolul II conține principalele proprietăți ale fluidelor petroliere, care condiționează transportul prin conducte, precum și metodele de determinare a conținutului de apă, impurități mecanice și cloruri din acestea.

Capitolul III se referă la conductele de petrol propriu-zise. Se dau caracteristicile tehnice ale țevilor folosite la conducte și se descriu : modul de îmbinare, armăturile și fitingurile. În continuare se dă componența stațiilor de pompare și se expun criteriile de alegere a tipului de pompă și a motoarelor de acționare a pompelor.

Noțiunile fundamentale de calcul hidraulic al conductelor de petrol, cu exemplificări practice sînt redate în capitolul IV.

În capitolele V și VI se descriu principalele sisteme de pompare (în regim deschis și în regim închis) cu evidențierea avantajelor și a dezavantajelor fiecărui sistem. O atenție deosebită s-a acordat pompării succesive de lichide petroliere diferite pe aceeași conductă, metodă generalizată, în prezent, în toată lumea, precum și sporirii capacității de transport a conductelor.

Capitolul VII tratează problemele legate de organizarea exploatării conductelor, controlul și reglarea pompărilor, cu descrierea aparatelor folosite în acest scop.

Capitolele VIII și IX se referă la întreținerea conductelor în timpul transportului și la protecția anticorosivă.

În capitolul X, ultimul, se prezintă cîteva elemente esențiale de automatizare privind exploatarea conductelor.

Lucrarea este scrisă într-un limbaj ușor, accesibil specialiștilor, cu exemplificări din experiența personală a autorului.

Era de dorit să se dea o atenție și o extindere mai mare problemelor legate de automatizarea exploatării conductelor de petrol.

Aplicaţii ale teoriei grafelor la planificarea şi conducerea lucrărilor de proiectare

I. Avramescu

Activitatea de proiectare se realizează pe bază de plan. Planul fizic al unui institut constă în eşalonarea unor lucrări, cu resursele şi timpii corespunzători, pe anumite perioade.

La eşalonarea acestor lucrări trebuie să se aibă în vedere următoarele:

— posibilităţile de realizare a lucrării cu forţele existente sau în colaborare cu alte institute de specialitate;

— dorinţa beneficiarului de a avea documentaţia într-un anumit termen;

— folosirea raţională a capacităţii de proiectare;

— necesitatea efectuării unor modificări în ordinea de realizare a proiectelor, ca urmare a unor sarcini noi, apărute pe parcursul desfăşurării activităţii.

Graficul de eşalonare a lucrărilor de proiectare constituie instrumentul pentru stabilirea termenelor, pentru conducerea şi controlul proiectării. Metoda tradiţională de elaborare a planurilor calendaristice presupune reprezentarea lucrărilor prin linii orizontale în funcţie de timp şi de eşalonarea lor, astfel încît să se obţină soluţiile cele mai bune în ceea ce priveşte scurtarea duratei totale, asigurarea continuităţii şi a uniformităţii executării lucrărilor, folosirea raţională a resurselor (a proiectanţilor) etc.

Graficul calendaristic obişnuit (graficul Gantt) este simplu, se elaborează rapid, constituie o reprezentare intuitivă a desfăşurării lucrărilor, însă nu poate să pună în evidenţă legătura dintre activităţi.

Un exemplu schematic va pune mai bine în evidenţă cele menţionate. Se consideră o lucrare care constă în efectuarea studiului tehnico-economic la o conductă magistrală de transportat ţiţei. Principalele faze ce trebuie realizate sînt:

a) studiul şi completarea temei;

b) analizarea şi alegerea variantelor de traseu;

c) alegerea variantelor de amplasare pentru staţiile de pompare;

d) efectuarea măsurătorilor topografice şi a studiilor geologice pentru conductă şi pentru staţiile de pompare, precum şi întocmirea formalităţilor pentru scoaterea terenului din circuitul agricol;

e) pregătirea datelor tehnologice pentru întocmirea studiului la activităţile auxiliare;

f) efectuarea studiului pentru alimentarea cu energie electrică;

g) efectuarea studiilor la activităţile auxiliare;

h) efectuarea studiului la activitatea tehnologică;

i) întocmirea părţii economice;

j) întocmirea memoriului general al studiului;

k) verificarea şi avizarea STE;

l) finalizarea STE şi expedierea lui la beneficiar.

Presupunînd că lucrările se desfăşoară în mod uniform (fig. 1), în graficul calendaristic apar unele „coincidenţe temporale" între anumite faze.

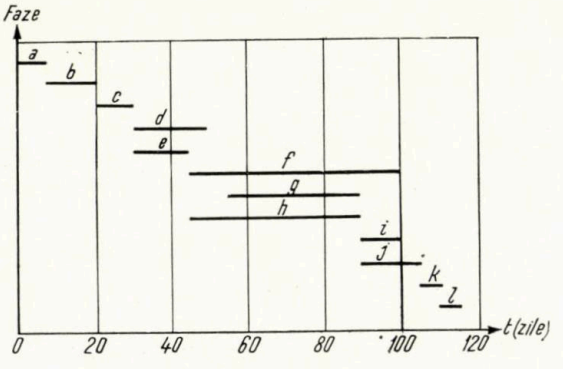


Fig. 1.

Se constată, de exemplu, că fazele *h*, *g*, *i* şi *j* corespund cu faza *f*. Aceste coincidenţe pot fi întîmplătoare sau necesare. Faza *f*, efectuarea studiului pentru alimentarea cu energie electrică, se poate efectua în timpi diferiţi, însă atît faza *f*, cît şi fazele *h* şi *g* condiţionează fazele *i* şi *j* şi deci faza *f* nu poate coincide cu fazele *i* şi *j*.

Reprezentînd aceste activităţi, în mod convenţional, prin arce orientate (săgeţi) şi urmărind succesiunea lucrărilor în sensul săgeţilor, se poate reprezenta desfăşurarea lucrărilor fără a mai ţine seama de scara timpului, aşa cum se arată în figura 2, unde duratele planificate pentru fiecare activitate au fost înscrise în sensul fiecărei săgeţi. Termenele de începere şi de terminare a activităţilor s-au marcat prin cerculeţe, iar condiţiile tehnologice cunoscute s-au marcat prin linii punctate [1,2].

În acest mod, s-a obţinut o reprezentare grafică a succesiunii proceselor de lucru, care pune

în evidență, chiar în acest exemplu schematic un avantaj important în comparație cu graficul din figura 1, și anume : succesiunea activităților reprezentată grafic prin săgeți își păstrează valabilitatea chiar dacă termenele se modifică. Se elimină astfel deficiențele graficului calendaristic obișnuit, lipsa de flexibilitate și reprezentarea insuficientă a înlănțuirii tehnologice a proceselor de lucru. În cele ce urmează se vor prezenta și alte avantaje ce rezultă din folosirea graficelor în formă de rețea.

Realizarea proiectării într-un termen cît mai scurt este o dorință unanimă a beneficiarilor. Și proiectantul dorește acest lucru, dar el este obligat să analizeze posibilitățile reale de realizare în contextul numărului mare de cereri și al resurselor materiale ce-i stau la dispoziție pe o anumită perioadă.

În prezent la stabilirea termenelor de realizare a proiectelor se practică metoda graficelor liniare (Gantt), care de multe ori conduc la neritmicitatea lucrărilor de proiectare. O aglomerare de proiecte într-o anumită perioadă, la unele specialități, limitează studierea aprofundată a problemelor, ceea ce poate să ducă, în general, la adoptarea unor soluții mai puțin studiate, la supraestimarea valorică a acestora sau la încărcarea acestor proiecte cu elemente și utilaje din import.

Pentru stabilirea timpului de proiectare, precum și pentru optimizarea planului de proiectare la nivelul unui institut, al atelierelor sau al proiectanților se poate folosi cu succes metoda planificării în rețea (metoda grafelor PERT, drum critic etc.), care este relativ simplă și eficientă.

Folosirea metodei grafelor la stabilirea termenelor de proiectare și a planului valoric

După cum se știe, la elaborarea unui proiect P, activitatea este reprezentată de o operație, o parte distinctă, un subproces precis definit, care consumă timp și eventual resurse [1]. Mulțimea acestor activități, împreună cu modul lor de succesiune dat de procesul tehnologic, reflectă structura proiectului și va fi reprezentată printr-un grafic-rețea. Un asemenea grafic-rețea trebuie să exprime în mod logic modul în care se desfășoară proiectul, cu relațiile și restricțiile ce trebuie incluse în planul de lucru.

Practica arată că, pentru ușurința lucrărilor, înainte de a se începe construcția graficului-rețea trebuie ca toate activitățile să fie menționate într-o listă, împreună cu cantitatea de date necesare, ținîndu-se seama de nivelurile de coordonare și de conducere a lucrării. Transpunerea acestor activități într-un grafic-rețea se face foarte ușor dacă există o echipă de oameni calificați, care cunosc toate activitățile și procesele ce ar putea interveni.

Pentru sistemul elaborat normal, graficele-rețea, au anumite caracteristici, și anume :

a) Evidențiază activitățile prin arce orientate. Fiecare activitate este limitată de două noduri, P și S și pe fiecare arc există o săgeată ce indică sensul de desfășurare, fapt pentru care orice activitate va fi identificată prin perechea PS. Relațiile de succesiune între activități sînt date de modul de înlănțuire a arcelor. În figura 2 activitățile care nu au ca nod final nodul 8 sînt premisele ce trebuie îndeplinite pentru executarea activităților conținînd pe 8 ca nod inițial.

b) În graficul-rețea pot să apară activități fictive pentru a se crea o condiționare logică. În general aceste activități au durată zero, dar uneori, dacă este necesar, acestea pot avea durate diferite de zero, cum ar fi, de exemplu, o activitate de așteptare.

c) Termenele pentru realizarea activităților se stabilesc în general pe baza unor norme

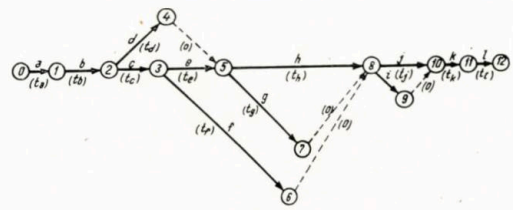


Fig. 2.

științifice sau statistice. Pentru studii sau activități mai puțin frecvente, durata medie se poate calcula prin metoda celor trei estimări (optimistă, probabilă și pesimistă). Formula de calcul este [2, 3] :

$$t_m = \frac{t_0 + 4t_{pr} + t_p}{6}, \qquad (1)$$

în care :

- t_m este timpul mediu pentru realizarea unei activități ;
- t_0 — aprecierea optimistă a duratei ce s-ar putea realiza în condiții deosebit de favorabile ;
- t_{pr} — aprecierea cea mai probabilă (normală) a duratei ;
- t_p — aprecierea pesimistă a duratei, care apare în condiții extrem de nefavorabile (este cea mai lungă).

În graficul din figura 2 durata fiecărei faze, exprimată în unități de timp, este înscrisă între paranteze pentru fiecare activitate.

d) Pentru a se specifica domeniul de responsabilitate și pentru o mai ușoară colectare a datelor necesare întocmirii planului, sistemul acceptă codul responsabilului. Acesta va fi o codificare a coordonatorului unui anumit grup de activități. Se utilizează, mai ales ordonarea

graficului-rețea prin împărțirea acestuia în diviziuni orizontale după codul responsabilului și înscrierea sarcinilor care revin acestora. Un asemenea grafic este mai ușor de interpretat și este utilizat cu mai multă eficiență în coordonarea și urmărirea întocmirii proiectului.

Stabilirea termenului de proiectare prin metoda graficului în rețea cuprinde mai multe etape. Se începe prin analiza structurii lucrărilor de executat, după care urmează elaborarea graficului, calculul termenelor, și apoi al duratei finale de întocmire a proiectului.

Analiza structurii activităților necesită colaborarea unor specialiști în tehnologie, precum și în lucrările auxiliare. Se recomandă ca această operație să se efectueze în ordinea următoare:

— Stabilirea condițiilor generale de lucru, analiza obiectivelor principale din care se compune lucrarea și întocmirea listei activităților și a legăturilor tehnologice.

— Stabilirea condițiilor de lucru. Informațiile obținute din fundamentarea temei de proiectare avizate de C.T.S. trebuie să permită cunoașterea obiectivelor ce urmează a fi proiectate, a condițiilor în care să se realizeze proiectarea, precum și avizelor necesare, conform legislației în vigoare.

— Analiza obiectivelor principale din care se compune lucrarea și stabilirea legăturilor reciproce dintre acestea se realizează în principiu de la lucrări complexe la lucrări mai simple. Se stabilesc atelierele care concură la realizarea proiectului, precum și colaborările cu alte institute de specialitate.

— Întocmirea listei activităților și a legăturilor tehnologice se face în așa fel, încît să se poată stabili, pentru fiecare în parte, următoarele date:

— activitățile ce se execută înainte de activitatea considerată;

— activitățile ce trebuie executate simultan;

— activitățile ce se execută după terminarea activității considerate.

Sarcina elaborării listei de activități trebuie dată șefului de proiect și oponentului de specialitate.

Pe baza listei activităților se întocmește graficul-rețea. Pentru a ilustra procedeul de lucru, se va relua exemplul conductei de transportat țiței prezentat în prima parte. Lista activităților și a legăturilor tehnologice se prezintă în tabela 1.

TABELA 1

Nr. crt.	Denumirea activităților	Simbol	Activități care se condiționează	Timpi normați sau calculați (zile)	Resurse O.M.C.	OBSERVAȚII
0	Primirea comenzii și temei de proiect	—	—	—	—	
1	Analiza și completarea temei	*a*	—	7	150	
2	Alegerea variantelor de traseu la conductă	*b*	—	13	500	
3	Alegerea variantelor de amplasare pentru stația de pompare	*c*	2	10	500	
4	Măsurători topografice pentru conductă și stația gie de pompare	*d*	2	20	1 000	
5	Pregătirea datelor tehnologice pentru întocmirea studiului la activitățile auxiliare	*e*	3,4	15	200	
6	Efectuarea studiului pentru alimentarea cu ener- electrică	*f*	3	55	3 000	nu se introduce în planul institutului
7	Efectuarea studiilor la activitățile auxiliare	*g*	5	35	4000	
8	Efectuarea studiilor la activitatea tehnologică	*h*	5	45	5 000	
9	Întocmirea părții economice	*i*	6, 7, 8	10	1 000	
10	Întocmirea memoriului general	*j*	6, 7, 8	15	500	
11	Verificarea și avizarea studiului tehnico-economic	*k*	9, 10	5	300	
12	Finalizare S.T.E. și expedierea lui la beneficiar	*l*	—	5	500	

Pentru lucrarea menționată timpul de realizare a activităților este exprimat în zile (cifrele din paranteze) și, respectiv în ore medii de proiectare (datele încadrate) (fig. 3.).

Timpul de realizare a proiectului se află pe drumul critic, drumul critic fiind drumul complet cu lungimea cea mai mare [1, 2, 3].

Pentru graficul din figura 3 s-a întocmit tabela 2, care conține toate drumurile ce unesc faza inițială cu cea finală.

Drumul critic reprezintă 115 zile și corespunde activităților de la punctul 3 (tabela 2)

considerate activităţi cheie, de care depinde executarea în termen a proiectului. Toate celelalte drumuri au lungimi mai mici, ceea ce înseamnă că activităţile de pe aceste drumuri posedă anumite rezerve de timp.

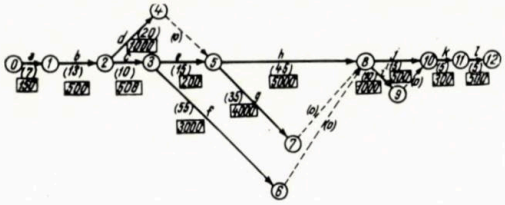


Fig. 3.

Sînt situaţii cînd beneficiarul impune termenul de realizare a proiectului. În acest caz timpii pentru realizarea activităţilor se stabilesc în funcţie de timpul final acceptat şi trebuie asigurate resursele corespunzătoare îndeplinirii acestui termen.

TABELA 2

Nr. crt.	Simbolul drumurilor	Calculul lungimii drumurilor (zile)
1	0—1—2—4—5—8—10—11—12	7+13+20+0+45+15++5+5 =110
2	0—1—2—4—5—8—9—10—11—12	7+13+20+0+45+10+0++5+5 =105
3	0—1—2—3—5—8—10—11—12	7+13+10+15+45+15++5+5 =115
4	0—1—2—3—5—8—9—10—11—12	7+13+10+15+45++10+0+5+5 =110
5	0—1—2—4—5—7—8—10—11—12	7+13+20+0+35+0+15++5+5 =105
6	0—1—2—4—5—7—8—9—10—11—12	7+13+20+0+35+0++10+0+5+5 = 95
7	0—1—2—3—5—7—8—10—11—12	7+13+10+15+35+0++15+5+5 =105
8	0—1—2—3—5—7—8—9—10—11—12	7+13+10+15+35+0++10+0+5+5 =100
9	0—1—2—3—6—8—10—11—12	7+13+10+55+0+15++5+5 =110
10	0—1—2—3—6—8—9—10—11—12	7+13+10+55+0+10++0+5+5 =105

Utilizarea metodei propuse este foarte importantă şi pentru stabilirea planului organizaţiilor de proiectare, al atelierelor sau al grupelor de proiectare.

Planul institutului este valoric şi se defalcă pe trimestre. Pentru întocmirea planului trimestrial trebuie elaborată mai întîi o variantă provizorie, în care să se introducă activităţile cu duratele corespunzătoare drumurilor critice şi cu valorile necesare pentru executarea tuturor activităţilor. Pentru uşurarea deplasării planului se va considera o valoare medie a resurselor pe decadă la fiecare proiect. În graficul din figura 4 sînt prezentate valorile medii ale resurselor incluse în graficul din figura 3. În acest grafic proiectul are un timp de începere şi unul de terminare. În graficul din figura 4 nu s-a luat în consideraţie valoarea activităţii *f*, deoarece este executată de un subproiectant, se facturează direct şi nu intră în planul institutului respectiv.

Din graficul resurselor (fig. 4) rezultă că un proiect se execută cu variaţii mari de resurse pe parcursul proiectării.

Încărcarea institutului la nivelul sarcinilor prevăzute în Planul de stat se realizează prin includerea unui număr variat de proiecte.

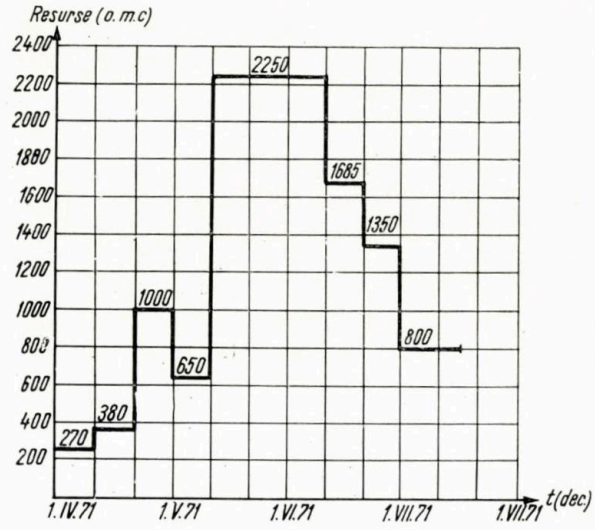


Fig. 4.

Fiecare proiect are o diagramă a resurselor în timp, precum şi termene precise de începere şi de terminare. Prin însumarea grafică sau numerică a resurselor, la toate proiectele incluse în plan se obţine planul de încărcare a institutului pe perioada care interesează. În planul trimestrului intră lucrări începute în alt trimestru şi terminate în trimestrul studiat, lucrări începute şi terminate în trimestrul studiat şi lucrări începute în trimestrul studiat şi terminate în alte trimestre.

Planul valoric al institutului se compune din valoarea proiectelor (resurselor) care se expediază în perioada studiată (decadă, lună, trimestru, an).

În cazul în care se asigură lucrări pentru acoperirea planului trimestrial, însă planul pe decade şi pe luni este neritmic, trebuie refăcute graficele-reţea la unele proiecte în aşa fel, încît să se aplatizeze încărcarea în timp.

În mod similar se întocmește planul la nivel de atelier și chiar la nivel de proiectant.

Aplatizarea curbelor de încărcare la nivel de atelier sau proiectanți se face prin lucrări de colaborare între ateliere, atunci cînd specialitățile sînt înrudite. Aplatizarea curbelor de încărcare la atelierul tehnico-economic, dactilografie și editură se realizează prin decalarea expedierii proiectelor.

Concluzii

1. Folosirea graficelor-rețea răspunde multor probleme puse de planificarea și controlul operativ al executării și al expedierii proiectelor și are următoarele avantaje față de planificarea convențională :

— operațiile și fazele de lucru ale proiectului sînt reprezentate simplu și clar printr-un grafic-rețea ;

— calculele termenelor de începere și de terminare a operațiilor se efectuează rapid ;

— se determină ușor activitățile critice, cele care trebuie urmărite în permanență, pentru a se încadra în termenul stabilit pentru proiectare ;

— se pot lua în considerație și alți parametri, în afară de timp (resurse, costuri etc.) ;

— succesiunea activităților reprezentate grafic prin săgeți își păstrează valabilitatea, chiar dacă termenele se modifică ;

— flexibilitate în înlănțuirea tehnologică a procesului ;

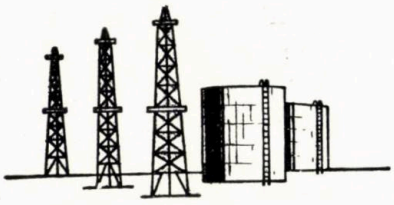
— pentru procesele complexe se pot folosi echipamente electronice de calcul.

2. Graficele-rețea se folosesc cu ușurință la întocmirea planului de încărcare pe diverse perioade la nivel de institut, atelier sau proiectant.

3. Introducerea sau scoaterea unor lucrări pe parcurs din planul de proiectare definitivat se face ușor și se pot cunoaște în orice moment posibilitățile de încărcare ale proiectanților, atelierelor și institutului.

BIBLIOGRAFIE

1. Hănciulescu, T., Pascaru, Gh. și Zamfir, V. Organizarea științifică a producției în industria petrolului V. I. Institutul central de documentare tehnică, București, 1967, p. 58—106.
2. Ciobanu, Gh. În : Revista de studii și cercetări de calcul electronic și cibernetică, nr. 3, 1971.
3. Aurian, J., Boldur, Gh. și Lazăr, S. Cercetarea operațională în construcții, Ed. științifică, București, 1967, p. 85—154.



Noutăţi în domeniul etanşării elementelor de conducte şi al aparaturii statice

E. Diculescu

Etanşeitatea se înscrie cu o cotă parte destul de mare în preţul de cost al unei instalaţii constituind o problemă deosebită, atît pentru proiectant sau constructor, cît şi pentru beneficiar. Pierderile prin neetanşare costă scump; ele sînt întotdeauna foarte costisitoare chiar şi atunci cînd nu sînt periculoase.

În ultimii zece ani s-au întreprins numeroase cercetări în vederea îmbunătăţirii etanşării şi a eliminării complete a pierderilor sau a scăpărilor.

Creşterea continuă a presiunilor şi a temperaturilor de lucru, creşterea agresivităţii mediilor şi a vitezelor acestora impun însă pentru garniturile de etanşare condiţii din ce în ce mai severe.

Lucrarea de faţă prezintă un număr de aspecte particulare de utilizare a garniturilor de etanşare, punînd în evidenţă anumite tehnici şi fabricaţii recente, care reprezintă soluţii noi sau îmbunătăţiri în domeniul etanşărilor.

1. Garnituri inelare din cauciuc

Fie că este vorba de etanşări dinamice sau statice, întrebuinţarea garniturilor inelare tip „O" ring este în prezent generalizată.

Este cunoscut faptul că garniturile inelare torice (O-ring) din cauciuc rezolvă cu deosebit succes problemele de etanşare statică pentru temperaturi cuprinse între —40 şi 130°C, iar cele din silicon şi teflon corespund pînă la temperaturi de +250°C. Aceste garnituri rezolvă în mare măsură şi probleme de etanşare dinamică, au avantajul de a putea compensa efectul unei execuţii neprecise şi al abaterilor pieselor uzinate, suportă variaţii dimensionale provocate de temperatură, presiune sau de uzura pieselor.

Garniturile inelare „O" prezintă o mare supleţe în utilizare şi sînt fabricate în game întregi de serii şi dimensiuni pentru a rezolva numeroasele probleme ce se pun.

O garnitură inelară pusă la punct de curînd şi utilizată pentru toate tipurile de etanşări (statice şi dinamice) este garnitura JF 4 (fig.1).

Utilizarea acestor inele prezintă o serie de avantaje faţă de garniturile „O" ring.

Prin forma lor — cu patru loburi — ele constituie un dublu baraj de etanşare şi realizează o frecare mai mică, deoarece lobul se încovoaie uşor, iar în scobitură se adună întotdeauna o cantitate de lubrifiant. Printre calităţile atribuite acestei garnituri se pot cita:

— o uzură minimă în funcţionare;
— frecarea este proporţională cu presiunea;
— lipsa posibilităţii de răsucire la montaj sau în funcţionare.

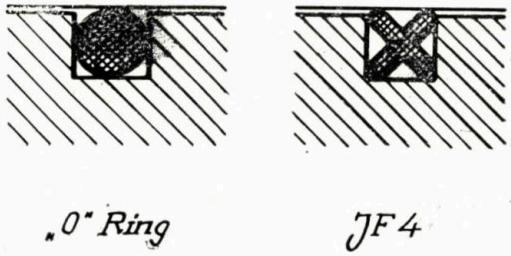


Fig. 1.

Ele sînt realizate din elastomeri sintetici şi permit rezolvarea unor probleme dificile de etanşare în mişcări alternative sau de rotaţie, pentru temperaturi de serviciu de pînă la 200°C.

Dezavantajul etanşărilor prin garnituri inelare „O" din cauciuc îl constituie faptul că în cazul presiunilor ridicate de lucru se produce

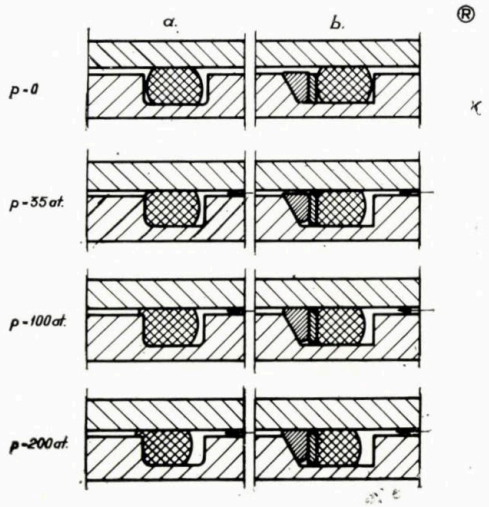


Fig. 2.

extruziunea materialului garniturii, care are ca rezultat sfîşierea şi ruperea acesteia. Acest fenomen se întîlneşte mai ales la piesele cu mişcare de translaţie.

În figura 2 *a* este ilustrat pe larg acest fenomen.

O soluție ameliorată care înlătură acest neajuns este prezentată în figura 2 *b*. Garnitura inelară „O" din cauciuc este protejată în ambele părți (sau numai într-o parte pentru etanșările statice) de două inele protectoare. Primul inel, subțire, se execută din tablă de cupru sau cauciuc dur, iar al doilea inel, cu secțiune trapezoidală, se poate executa din oțel sau din cupru, fiind tăiat înclinat la capete, ca un segment. Canalul pentru garnitură este prelucrat cu marginile înclinate la 30°, pentru a permite inelului protector exterior să alunece în sus, prevenind extrudarea garniturii.

Acest tip de etanșare se recomandă pentru presiuni de lucru de peste 200 kgf/cm² și este utilizat în bune condiții pînă la 1000 kgf/cm².

Un alt tip de garnitură inelară, mai simplă decît precedenta, este garnitura „G-T" ilustrată în figura 3.

Etanșarea este realizată de un inel profilat în formă de *T* întors, confecționat din cauciuc sau fluoromer. De o parte și de alta acesta este

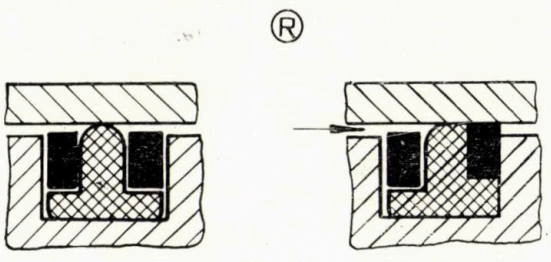


Fig. 3.

protejat de două inele plate din teflon așezate pe inelul *T*. Sub acțiunea presiunii, inelul din cauciuc este comprimat și deformat, fapt ce are ca rezultat ridicarea din canal și deformarea pe direcție radială a inelului protector. Astfel, extruziunea garniturii de etanșare *T* este evitată. Avantajele acestui inel de etanșare sînt:

— se realizează o frecare cu 50% mai mică;

— extruziunea este complet eliminată;

— nu se produce răsucirea sau torsionarea garniturii;

— sînt utilizate canale pentru „O" ring standard.

Etanșarea este recomandată pentru presiuni de 700 — 1 000 kgf/cm², temperaturi de 250°C și orice fluid.

Un sistem de etanșare utilizat pentru capace de recipiente și guri de vizitare este redat în figura 4.

Canalul flanșei pentru garnitura elastică, se prelungește cu o buză subțire conică. La asamblarea capacului, acesta comprimă garnitura elastică pentru a se realiza o etanșare inițială, iar buza conică alunecă în locașul capacului, asigurînd o etanșare metal pe metal, care sub acțiunea presiunii fluidului devine autoetanșată.

Garnitura elastică nu este strivită, deoarece la un moment dat se face contactul pe umerii exteriori ai flanșei și capacului.

Această etanșare este folosită pentru presiuni pînă la 160 kgf/cm² și diametre nominale de 1000 mm.

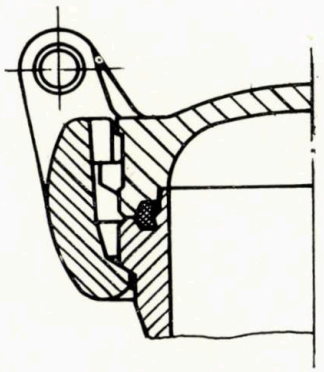


Fig. 4.

2. Garnituri combinate

O serie de garnituri pentru etanșare statică de concepție particulară o constituie garniturile combinate, construite din cauciuc și metal. Ele pot lucra la presiuni foarte ridicate și la temperaturi de lucru corespunzătoare cauciucului siliconic (circa 250°C).

Un tip de astfel de garnitură este reprezentat în figura 5. Ea este executată din cauciuc siliconic și căptușită la exterior cu un înveliș metalic din tablă de oțel de arc. Cauciucul asigură etanșarea, în timp ce învelișul metalic conferă garniturii o bună rigiditate și împiedică

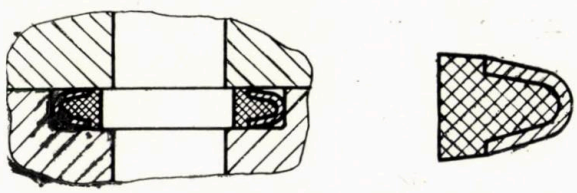


Fig. 5.

extruziunea. Această garnitură înlocuiește cu succes garnitura clasică „O" ring, avînd în plus avantajele următoare:

— rezistă la presiuni foarte ridicate fără extruziuni;

— montare și demontare ușoară;

— posibilități de reutilizare îndelungată;

— o gamă restrînsă de dimensiuni satisface toate cerințele.

Garnitura transformabilă J.E.T. (fig. 6), este concepută, de asemenea, pentru lucrul combinat pe cauciuc și metal.

Ea este compusă din trei părți: un inel exterior din oțel, o garnitură de etanșare din cauciuc sintetic și un segment interior (inel tăiat).

Inelul de etanşare din cauciuc este mai înalt decît cele metalice şi va fi comprimat prin strîngerea flanşelor deformîndu-se pe direcţie radială, forţînd segmentul interior să se strîngă

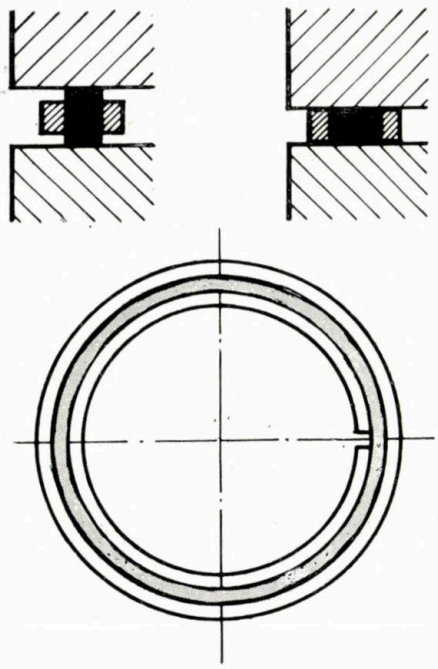


Fig. 6.

pînă ce ajung cap la cap. Strîngerea ulterioară va fi preluată de inelele metalice. Segmentul interior completează elasticitatea cauciucului şi îi asigură protecţia mecanică la montaj şi în funcţionare.

Avantajele acestei garnituri constau în:

— asigurarea etanşării cu un cuplu mic de strîngere;

— protejarea garniturii la interior;

— montare şi demontare uşoară.

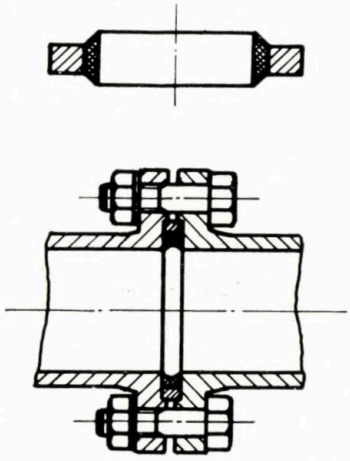


Fig. 7

Garnitura USIT, ilustrată în figura 7, este de construcţie similară, însă ceva mai simplă. Ea se compune dintr-un inel metalic exterior, pe care se montează prin vulcanizare un inel interior de cauciuc cu secţiune trapezoidală simetrică. La asamblarea flanşelor, garnitura de cauciuc este deformată, luînd o formă asemănătoare unei manşete care sub acţiunea fluidului de lucru va lucra cu autoetanşare. Cauciucul sintetic utilizat are duritatea 85° Shore, iar inelul metalic este cadmiat, pentru a fi protejat împotriva coroziunii.

Presiunea de lucru pentru care se recomandă este 500 kgf/cm^2, chiar şi mai mare.

3. Garnituri plate pentru etanşări statice

În prezent, un număr mare de întreprinderi fabrică o gamă întreagă de garnituri plate cu denumirea generală de „klingerit" toate sînt însă pe bază de azbest, avînd ca liant un cauciuc sau un elastomer natural sau sintetic, realizat sub diferite presiuni, asigurînd vulcanizarea cauciucului şi stabilitatea acestor garnituri faţă de diverse fluide.

Utilizat mai întîi pentru apă şi aburi, acest material, ca urmare a evoluţiei tehnice şi graţie întrebuinţării elastomerilor sintetici rezistenţi la hidrocarburi, acizi şi solvenţi, este întrebuinţat azi în industria petrolieră şi chimică.

Principalele caracteristici sînt:

— bună stabilitate chimică pentru temperaturi de pînă la 450°C;

— rezistenţă sporită la compresiune, permiţînd strîngeri mari;

— preţ de cost redus.

Este cazul să amintim aici o serie de materiale noi sau cu utilizare nouă în domeniul etanşărilor statice.

Supranitul este un produs nou pe bază de azbest în fibre selecţionate şi elastomeri. El completează gama de garnituri cunoscute şi la noi în ţară sub denumirea de „Permanit". Este recomandat pentru temperatură de lucru de 600°C, avînd rezistenţă excepţională la fluaj şi la agenţi corosivi.

Vitonul, fluoroelastomer cu caracteristici net superioare oricărui cauciuc. Are o rezistenţă chimică deosebită la produse petroliere, la agenţi chimici agresivi, solvenţi etc., pentru temperaturi de lucru de la —50 la 300°C.

Se pretează foarte bine şi la confecţionarea garniturilor inelare. „O" ring, însă întrebuinţarea lui a fost mult timp limitată de unele dificultăţi de elaborare.

Siliconul sau cauciucul siliconic face parte tot din familia elastomerilor, fiind rezistent la produse petroliere, uleiuri minerale, acizi etc. Domeniul de utilizare: —60 la 250°C.

Teflonul, cunoscut sub acest nume comercial, dar PTFE ca denumire chimică, rămîne un produs relativ scump în stare pură, dar cu utilizări din ce în ce mai largi în combinaţie cu alte produse. Adăugarea de substanţe adec-

vate, ca: sticlă, grafit, cărbune, bronz pot asigura teflonului cele mai variate întrebuinţări.

„Pakaband", spre exemplu, este denumirea unui material utilizat pentru confecţionarea garniturilor din teflon-azbest, conţinînd 65% teflon. Este produs după o tehnică în întregime

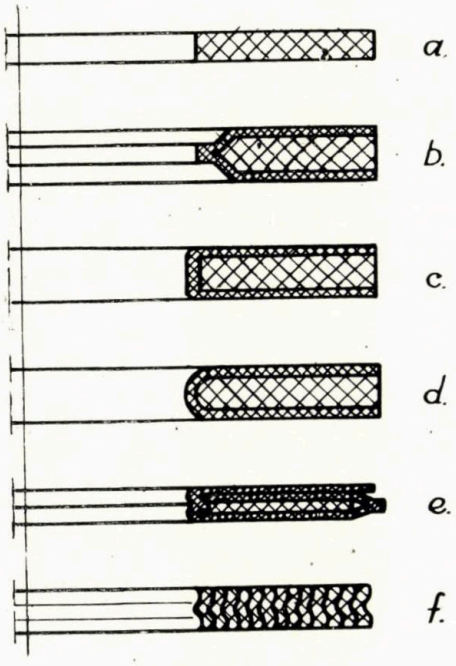


Fig. 8.

nouă, în care fiecare fibră de azbest este învelită în teflon. Are o mare elasticitate şi se pretează foarte bine la etanşări în industria chimică şi a petrolului, pentru temperaturi de pînă la 260°C.

O serie de firme străine produc în prezent garnituri plate din teflon sau din fire de azbest impregnate cu teflon.

În figura 8 sînt prezentate o serie de garnituri plate din teflon sau din azbest-teflon, astfel:

Figurile 8 *b*, *c*, *d*, *e*, garnituri cu miez din teflon cu inserţie de azbest sau metalică, placate cu un strat exterior din azbest.

Figura 8 *f*, garnitură spirală din teflon, cu dispersie din azbest.

Garniturile plate din teflon prezentate pot avea grosimi de 2—5 mm şi sînt utilizate pentru diametre nominale de 500—600 mm şi presiuni nominale 40—64 kgf/cm².

În ultimul timp se fabrică garnituri inelare „O" ring pentru etanşări statice din Perbunan, silicon, învelite la exterior într-un strat subţire de teflon. De asemenea, se execută garnituri „O" ring în întregime din teflon, cu secţiune plină sau crestată pentru realizarea unei elasticităţi sporite şi a efectului de autoetanşare.

4. Garnituri metalice

Etanşările cu inele metalice cu secţiuni ovale sau octogonale au o largă întrebuinţare în industria petrolieră pentru presiuni înalte.

În figura 9 sînt prezentate inelele metalice de etanşare după normele americane API pentru presiuni de 70 la 1 050 kgf/cm², cea mai mare

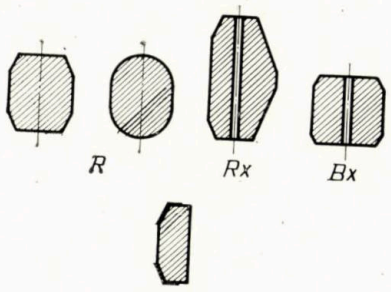


Fig. 9.

parte standardizate astăzi şi la noi în ţară. Considerate ca garnituri metalice clasice, aceste inele de etanşare sînt utilizate de mult cu rezultate foarte bune în exploatare şi nu au suferit deloc modificări.

Un oarecare element de noutate îl reprezintă garnitura biconică, din figura 9 (jos), elaborată de o societate franceză. Este o garnitură din oţel, prevăzută cu un înveliş independent, din aluminiu sau din alt aliaj uşor, pe suprafaţa portantă. Are avantajul că necesită o prelucrare mai simplă, o strîngere mai puţin importantă şi asigură o etanşare foarte bună. Este întrebuinţată în etanşarea schimbătoarelor de căldură, a separatoarelor şi a altor aparate de rafinărie.

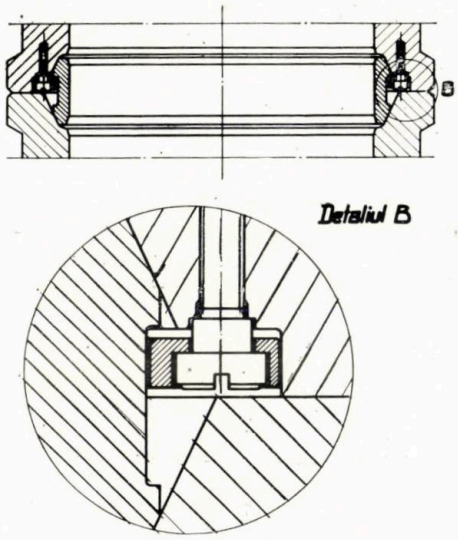


Fig. 10.

Un tip similar de garnitură biconică prezintă şi firma americană Cameron. Garnitura este denumită AX (figura 10) şi este utilizată împreună cu inelele metalice API tip RX şi BX pentru

etanşarea coloanelor în forajul sondelor de mare adîncime şi la forajul marin.

Se recomandă pentru dimensiuni de 16—20 in şi presiuni de lucru de 210—350 kgf/cm². Garnitura este prevăzută cu un guler şi poate fi ataşată flanşei superioare printr-un sistem de

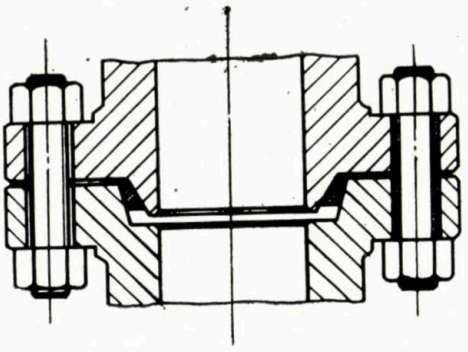


Fig. 11.

fixare cu inel liber prins cu şuruburi sau cu un inel Seger. Sistemul oferă avantajul că nu mai necesită intervenţia omului pentru montaj, garnitura concentrîndu-se singură pe suprafeţele conice de 30° ale flanşelor. Un alt avantaj al acestui tip de garnituri constă în capacitatea lor de autoetanşare sub acţiunea presiunii interioare, care le deformează elastic pe direcţie radială, apăsîndu-le pe flanşe.

Un tip nou de garnitură metalică brevetată de curînd este Laurent Seal (fig. 11). Se foloseşte pentru etanşarea flanşelor şi a capacelor de aparate, robinete şi alte armături pentru presiuni pînă la 1 000 kgf/cm².

Garnitura este de secţiune trapezoidală, avînd conicităţi diferite la interior şi exterior. Flanşele au prelucrate locaşuri tip „prag şi adîncitură", însă conice, sub acelaşi unghi ca garnitura.

Avantajele acestei garnituri sînt: necesită un efort de strîngere al şuruburilor mai mic decît inelele clasice API; lucrează prin efectul de autoetanşare, astfel încît creşterea presiunii sporeşte etanşarea, prin tendinţa de împănare a garniturii între flanşe, prelucrare mecanică şi execuţie mai simplă.

Asemănătoare, dar cu posibilitatea de autoetanşare din două direcţii este garnitura prezentată în figura 12.

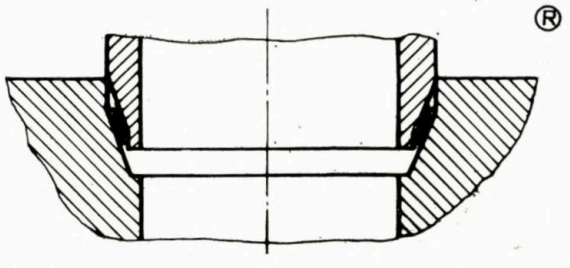


Fig. 12.

Principiul de lucru este acelaşi, cu deosebirea că flanşa cu prag conic are o prelungire cilindrică şi astfel o eventuală suprapresiune din exterior are tendinţa să etanşeze garnitura şi în direcţie opusă. Este utilizată pentru etanşarea capetelor de coloană la sonde sau a scaunelor de supape, unde presiunea se poate exercita din ambele direcţii.

O altă garnitură metalică care lucrează tot pe principiul autoetanşării sub acţiunea presiunii fluidului vehiculat este garnitura Gray (fig. 13), utilizată atît în industria de petrol, cît şi în industria chimică, aerospaţială şi nucleară.

Ea face etanşarea elementelor de conducte îmbinate prin intermediul a două bride (brăţări) strînse cu prezoane, cunoscută sub denumirea de „conexiune Grayloc" (fig. 13 *c* şi *d*).

Garnitura este constituită dintr-o nervură rigidă cu două buze conice flexibile, al căror unghi este ceva mai mic decît unghiul locaşului conic al flanşelor. La montaj—în poziţie iniţială — contactul dintre buza garniturii şi flanşe se va face după un cerc (fig. 13 *a*), dar prin strîn-

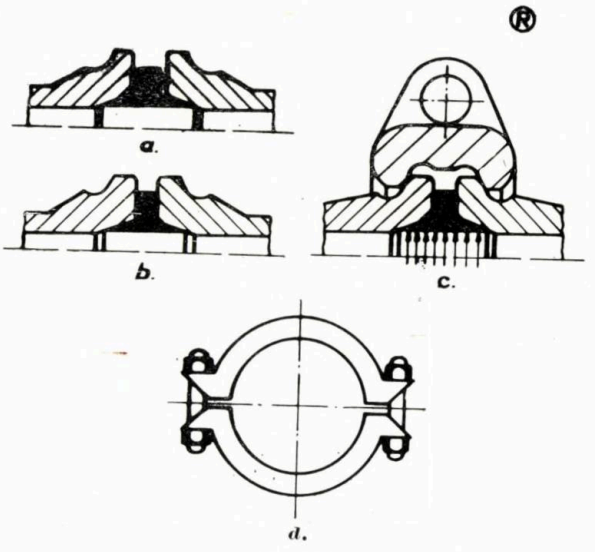


Fig. 13.

gerea flanşelor, cele două buze se deformează elastic, contactul făcîndu-se pe două suprafeţe conice (fig. 13 *b*). Deformaţia elastică a buzelor asigură etanşarea iniţială, iar creşterea presiunii interioare va spori etanşarea. Garnitura se execută din oţel-carbon şi se acoperă cu un strat protector împotriva coroziunii: cadmiu, crom, teflon etc.

Domeniul de întrebuinţare este foarte larg. Se construiesc pentru diametre nominale de 1 la 30 in, presiuni de lucru de 40—700 kgf/cm² şi temperaturi de pînă la 560°C.

În figura 14 este reprezentată o secţiune prin conexiunea Grayloc.

De curînd s-a probat o îmbinare de acest tip în industria petrolului, la presiunea de 40 000 psi (2 800 kgf/cm²).

Un interes deosebit prezintă garniturile metalice recomandate de unele firme americane pentru etanșări statice, cum sînt cele din figura 15, și anume :

a) O — ring metalic tubular ;
b) O — ring metalic plin ;
c) garnitura metalică prelucrată, tip manșetă.

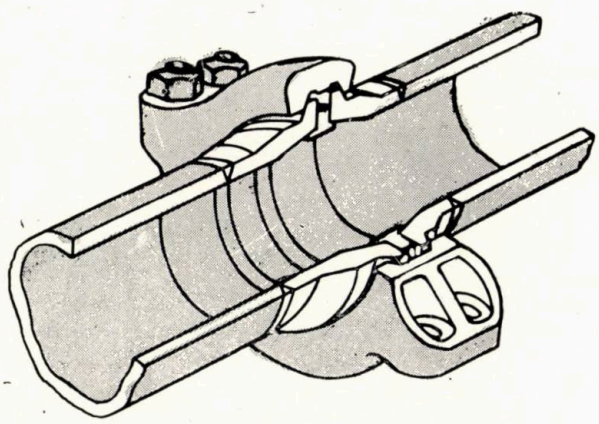


Fig. 14.

Aceste tipuri de garnituri pot răspunde tuturor cerințelor impuse de etanșările statice, în cele mai grele condiții.

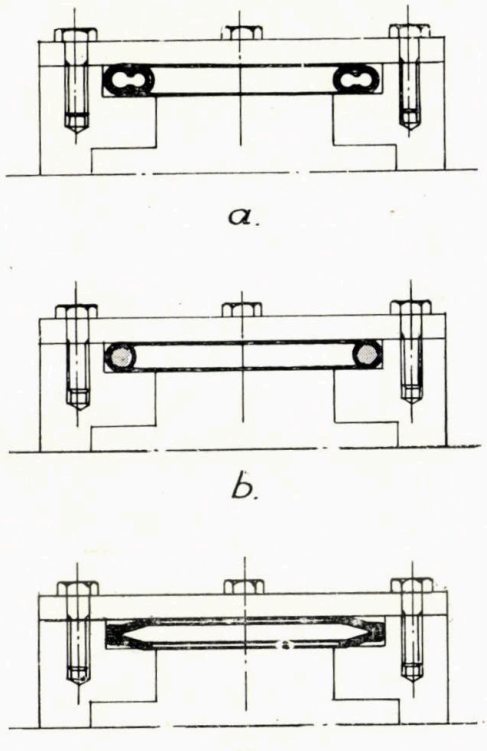


Fig. 15.

Pentru temperaturi de la —250 la 930°C, de la vacuum înalt, la presiuni de 3 500 kgf/cm² și pentru orice diametru nominal, firmele furnizoare oferă aceste garnituri din diferite metale și cu diverse acoperiri de protecție împotriva coroziunii. Se subliniază, de asemenea, prețul scăzut al acestora (egal cu al unui O — ring din cauciuc).

Un sistem foarte simplu și eficace utilizat pentru etanșarea capacelor recipientelor sub presiune a fost brevetat recent de o firmă din Scoția. Schematic — în forma cea mai simplă — (fig. 16 *b*) sistemul constă în menținerea capacului în interiorul vasului de presiune pe un inel continuu de etanșare, așezat într-o scobitură de diametru mai mare, executată în peretele vasului, pe o lungime egală cu diametrul.

Capacul are un diametru mai mic decît interiorul vasului și pate fi introdus cu ușurință. Inelul de etanșare are diametrul exterior ceva mai mare și pentru a fi introdus în interiorul vasului este forțat cu ajutorul unui sistem de tensionare, să ia forma eliptică (fig. 16 *a*).

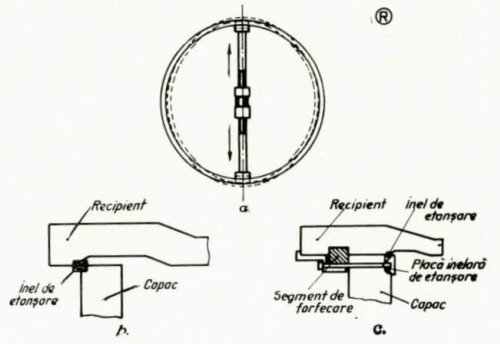


Fig. 16.

După introducere, inelul se rotește în scobitura vasului. Se îndepărtează tensorul cu șurub, se așază inelul de etanșare în poziție de lucru, se trage capacul spre exterior, așezîndu-l pe inel și se strîng buloanele ce se găsesc montate în găuri filetate din capac, prin care se asigură etanșarea inițială. Presiunea interioară a fluidului pe capac asigură o autoetanșare totală. Această îmbinare poate rezista la presiuni de pînă la 700 atm.

Avantajele acestui sistem de etanșare sînt :

— simplitate în execuție și montaj ;

— suprafețele de etanșare nu necesită prelucrări speciale ;

— sarcina din buloane este foarte redusă în comparație cu etanșările obișnuite ;

— îmbinarea este insensibilă la șocurile termice.

Pentru vase cu diametre mari și presiuni de lucru mai mari se recomandă construcția din figura 16 *c*. Apăsarea exercitată de presiunea interioară este preluată de un inel de forfecare segmentat. În acest caz, o placă inelară asigură etanșarea pe capacul frontal și pe inelul de etanșare. Un sistem de fixare cu buloane asigură strîngerea capacului prin intermediul plăcii

de etanșare. Sistemul este preconizat să lucreze pentru presiuni foarte mari, pînă la 7 000 kgf/cm².

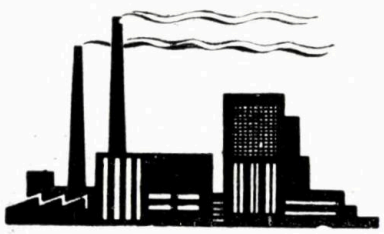
★

Se poate afirma că tehnica în domeniul etanșărilor a progresat continuu căutînd să răspundă în mod satisfăcător cerințelor din ce în ce mai severe. Etanșeitatea în sine nu duce lipsă de soluții pentru rezolvarea sa, însă de multe ori alegerea celei mai bune soluții tehnice a întîrziat.

* Figurile notate cu simbolul ® reprezintă soluții constructive brevetate.

BIBLIOGRAFIE

1. * * * Composite Catalog of Oil Field Equipment and Services. **I, II** și **III** 1966, 1968 și 1970.
2. * * * În : Design Engineering, nr. 3, mart., 1968, p. 47.
3. * * * Carl Freudenberg Simrit Werk. DICHTUNGEN — Catalog nr. 990, iun., 1964 și Nutringe, Catalog nr. 200, oct. 1970.
4. G a s c h e t, R. În : L'Industrie du Pétrole-Gaz-Chimie - Energie, april. 1967, p. 61.
5. * * * În : API — Specification for Wellhead Equipment Std. 6 A, mart., 1968.
6. D o m a ș n e v, A. D. Utilaje pentru industria chimică, 1962, p. 326.
7. * * * Gray Tool Company. Pipe Fitings Buletin, 1970.
8. Thornhill — Craver Company, List nr. 1 250, mart. 1967, p. 6.
9. * * * Bowen Tools Inc. Instruction Manual, nr. 5/50, sept. 1966, p. 1—6.
10. * * * Flli Lanza. Garnituri pentru mașini. Prospect.
11. * * * Martin Merkel K.G. Handbuch „Dichtelemente, **I** și **II**, oct. 1965.
12. *** În Deign News, nr. 4 și 5, april. și mai 1967, p. 91, 125.



Dezasfaltarea reziduurilor petroliere cu propan în prezenţă de solvenţi polari

IV. Dezasfaltarea în contracurent cu propan şi furfurol

N. Mărculescu şi S. Raşeev

Studiul dezasfaltării reziduurilor petroliere într-un singur echilibru cu propan, în prezenţă de solvenţi polari, a fost prezentat în seria articolelor anterioare, în care s-au urmărit redarea succesivă a unor considerente privind acţiunea solvenţilor polari, îndeosebi în domeniul relaţiilor relativ mici, comportarea diferită a cîtorva solvenţi uzuali din practica industrială de rafinare selectivă a uleiurilor (amestecul selecto, fenolul şi furfurolul), precum şi influenţa variaţiei parametrilor principali ai procesului. În afară de aceasta, pe baza rezultatelor experimentale obţinute cu solvenţii polari menţionaţi, s-au făcut şi aprecieri cu privire la unele criterii de alegere a acestora.

Din considerentele expuse a reieşit că în vederea realizării de randamente maxime de ulei rezidual, pentru un anumit nivel calitativ, este de preferat utilizarea de solvenţi parţiali miscibili cu asfaltul şi cu o solubilitate cît mai bună în propan, cum ar fi furfurolul.

Rezultatele experienţelor de laborator, obţinute într-un singur echilibru în aparatura descrisă [7, 8] au îndreptăţit încercările de verificare a reproductibilităţii lor într-o instalaţie-pilot cu funcţionare continuă, utilizînd ca solvent polar furfurolul, solventul cu cea mai largă răspîndire industrială în procesele de rafinare selectivă a uleiurilor minerale.

Instalaţia considerată, alcătuită în principal din două coloane de extracţie identice, a fost construită în vederea dezasfaltării cu propan a diverselor materii prime, oferind posibilitatea efectuării procesului fie într-o singură treaptă, fie în două, precum şi a fracţionării uleiului în soluţia de propan prin modificarea corespunzătoare a temperaturilor de lucru în cea de-a doua coloană [14].

Rezultatele obţinute în această instalaţie pentru dezasfaltarea obişnuită cu propan au fost corelate la timpul său cu cele realizate de instalaţiile industriale în funcţiune.

Cele două coloane de extracţie sînt alcătuite din cîte cinci tronsoane egale ca lungime, prevăzute cu mantale de încălzire (fig. 1). Tronsoanele de la extremităţi, goale în interior, servesc la decantarea fazelor, iar cele intermediare sînt amenajate cu şicane perforate, montate cu o anumită înclinare alternantă, pentru a permite un contact mai intim între cele două fluxuri de sens contrar.

Încălzirea se face cu agent termic, care poate circula în serie dintr-un tronson în altul sau independent, permiţînd astfel realizarea gradientului termic dorit.

Pompe dozatoare reglate corespunzător asigură din vase calibrate introducerea materiei prime şi a solvenţilor, iar temperatura, presiunea şi nivelul de la baza coloanei sînt menţinute constante, cu aparatura respectivă de măsură şi de control.

Pentru a dispune de date comparative s-au efectuat mai multe operaţii de dezasfaltare, atît numai cu propan, cît şi cu propan în

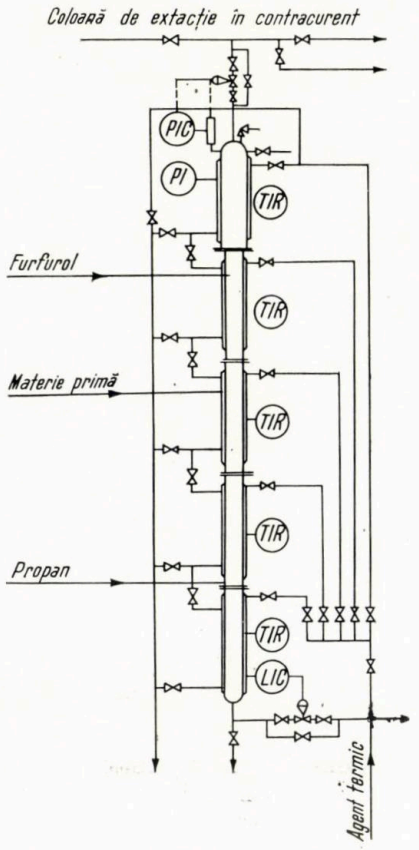


Fig. 1 Coloană de extracţie în contracurent:
Cod A.M.C.: PI — indicator de presiune;
PIC — indicator şi regulator de presiune;
TIR — indicator şi regulator de temperatură;
LIC — indicator şi regulator de nivel.

prezenţă de furfurol, pentru ambele tipuri de materii prime la care s-au referit articolele precedente.

În acest scop, la operaţiile de dezasfaltare cu propan-furfurol, s-au păstrat neschimbate condiţiile de lucru referitoare la raţia de propan

și temperatura la care a avut loc dezasfaltarea numai cu propan.

În toate cazurile s-a menținut un anumit gradient termic în coloana de extracție, apropiat de cel practicat în instalațiile industriale, și anume 15°C, pentru materia primă de natură parafinoasă, și 20°C, pentru cea de tip naftenic. Din considerente economice, rațiile de propan și furfurol s-au ales la valorile de 5 și 8 :1 (vol.) pentru propan, respectiv 0,25 și 0,5 :1 (vol.) pentru furfurol. Astfel, condițiile de lucru alese nu s-au limitat numai la cele corespunzătoare domeniului în care sistemul considerat a separat în două faze. S-a apreciat că este deosebit de important din punct de vedere practic să se cunoască dacă, în condițiile formării a trei faze distincte la dezasfaltarea într-un singur echilibru, separarea fazei ușoare într-o instalație continuă poate decurge normal.

Rezultatele obținute în cadrul experiențelor efectuate au arătat că în cazul ambelor materii prime și pentru toate condițiile de lucru alese privind rațiile de propan și de solvent polar, în speță furfurol, separarea fazei ușoare s-a produs normal, menținîndu-se fără dificultăți nivel constant la baza extractorului.

Aceasta denotă că pentru condițiile în care în experiențele anterioare s-au separat trei faze, respectiv în situația utilizării unui raport mărit al rației de solvent polar/rație de propan, aceasta nu constituie nici un impediment în eventuala aplicare a procesului la scară industrială într-o instalație cu funcționare continuă.

Dezasfaltarea reziduului de vid provenit din țițeI parafinos

S-a supus succesiv dezasfaltării, numai cu propan și cu propan împreună cu furfurol, un reziduu de vid cu următoarele caracteristici calitative :

— punct de înmuiere, °C	43,5
— cifra de cocs, %gr.	11,9
— penetrația la 25°C, 1/10 mm	300
— ductilitatea la 25°C, cm	85

Valoarea relativ mică a cifrei de cocs pentru punctul de înmuiere menționat indică un conținut potențial de ulei mai ridicat, reflectat de altfel în rezultatele experiențelor făcute (tabela 1).

Rezultatele experimentale prezentate demonstrează că și în condițiile realizării procesului în contracurent într-o instalație cu funcționare continuă se produc aceleași fenomene, constatîndu-se că :

— la rație de propan și temperatură constantă, randamentul de ulei crește atunci cînd crește și rația de furfurol. Pentru rația destul de redusă de 0,5 :1 (vol.) furfurol se înregistrează o creștere substanțială a randamentului ;

— la rații relativ mici de propan și raport mărit al rațiilor furfurol :propan (test 4) creșterea de randament are loc în bună măsură și datorită efectului de cosolvent al fracțiunilor ușoare de ulei aflate în concentrație mare în faza ușoară, așa cum rezultă din comparația datelor corespunzătoare testelor 4 și 3 ;

— repartiția furfurolului în cele două faze variază în funcție de raportul furfurol/propan și de temperatură, creșterea temperaturii favorizînd solubilizarea furfurolului în propan ;

— prezența furfurolului determină adîncirea extracției pe seama fracțiunilor cu masă moleculară mai mare și cu structură complexă, explicînd creșterea apreciabilă a viscozității uleiului și corelat cu aceasta a cifrei de cocs. Evident, pe măsura creșterii randamentului de ulei crește punctul de înmuiere al asfaltului, situîndu-se la valori destul de ridicate (>90°C).

TABELA 1

Dezasfaltarea cu propan și cu propan-furfurol a reziduului de vid provenit din țițeI parafinos

Specificații	Test 1	Test 2	Test 3	Test 4
Condiții de lucru				
Temperatură, °C				
— Vîrf coloană	70	70	70	70
— Bază coloană	55	55	55	55
Rația de solvent : materie primă (vol)				
— Propan	8	8	8	5
— Furfurol	0	0,25	0,5	0,5
Conținut de furfurol, % gr. :				8
— în ulei	—	30,6	45,2	38,5
— în asfalt	—	7	11	33,5
Randament, % gr.				
— ulei	50,7	60,1	69,2	69,3
— asfalt	49,3	39,9	30,8	30,7
Calitate ulei				
Densitate, d_4^{20}	0,9170	0,9209	0,9283	0,929
Viscozitate la 100°C, °E	3,85	4,57	5,85	7,01
Cifră de cocs, %	1,81	2,26	3,48	4,06
Calitate asfalt :				
Punct de înmuiere, °C	68	83	96	95
Penetrație la 25°C, 1/10 mm	14	1	4	—
Ductilitate la 25°C, cm	18	0,5	1	—

S-a considerat a fi interesantă cunoașterea randamentului și a calității uleiului ce s-ar putea obține, dacă operația de dezasfaltare cu propan-furfurol ar fi succedată de o solventare ulterioară a uleiului și de deparafinare, făcînd astfel comparația rezultatelor pentru uleiurile reziduale obținute la testul 1 (numai propan) și testul 3.

În acest scop uleiurile respective au fost supuse operației de solventare obișnuită cu furfurol la rația de 4 :1 în greutate, într-o instalație continuă de laborator și apoi au fost deparafinate la —8°C, folosind ca solvent

amestecul clasic de metiletilcetonă, benzen și toluen, obținîndu-se rezultatele arătate în tabela 2.

TABELA 2

Solventarea și deparafinarea uleiurilor reziduale obținute la testele 1 și 3

Specificații	Test 1	Teste 3
A/ Solventare		
Condiții de lucru		
Temperatura, °C		
— la vîrf	135	135
— la bază	85	85
Rația de furfurol gr.,	4 :1	4 :1
Randament, % gr.	75	76
Calitate ulei		
— densitatea, d_4^{20}	0,8941	0,9046
— viscozitatea la 210° F,°E	2,98	4,24
— cifra de cocs, % gr.	0,48	1,48
B/ Deparafinare		
Condiții de lucru		
— rația de solvent, gr.	5 :1	5 :1
— temperatura, °C	—8	—8
Randament, % gr.	67	70
Viteza de filtrare l/h/m²	205	308
Calitate ulei		
— densitate, d_4^{20}	0,8961	0,9112
— i. v.	93	91
— viscozitate la 210°F, °E	3,66	5,92
— punct de congelare, °C	+2	0
— cifra de cocs, % gr.	0,85	2,36
— culoarea Union	8	8

Se observă că randamentele la solventare și deparafinare realizate în cazul uleiului obținut din testul 3 sînt ceva mai mari. Comparînd randamentul global al ambelor operații, rezultă o diferență de aproximativ 3% în favoarea uleiului obținut în condițiile dezasfaltării cu propan-furfurol (53,2%, față de 50,25%).

Dacă însă comparația se face prin referire la materia primă (reziduul de vid), dezasfaltarea cu propan-furfurol oferă posibilitatea obținerii unui randament final, în cazul dat de 36,8% față de 25,5%.

Într-adevăr, indicele de viscozitate prezintă o ușoară scădere, de la 93 la 91, fapt explicabil prin schimbarea compoziției uleiului în urma adîncirii extracției [7, 10].

Trebuie remarcată comportarea deosebită a uleiului obținut în condițiile dezasfaltării cu propan și furfurol la deparafinare, constatîndu-se viteze de filtrare cu circa 40% mai mari decît la uleiul realizat numai prin dezasfaltare cu propan, indiferent dacă uleiurile respective sînt sau nu solventate. Creșterea vitezei de filtrare nu poate fi altfel explicată decît ca urmare a prezenței în ulei a compușilor cu masă moleculară mare, cu cicluri condensate și catene liniare lungi, care, avînd efect depresant, favorizează realizarea deparafinării cu viteze mărite de filtrare [7, 10].

Pentru a demonstra cele prezentate, precum și pentru a caracteriza uleiul obținut prin dezasfaltare numai cu propan și cu propan în prezență de furfurol, în tabela 3 este redată analiza *n-d-M*, care s-a efectuat numai pe probele rezultate din testele 1 și 3, deparafinate ca atare, precum și deparafinate după resolventare.

TABELA 3

Analiza n-d-M a uleiurilor reziduale rezultate la testele 1 și 3

Specificații	Test 1		Test 3	
	Deparafinat	Solventat și deparafinat	Deparafinat	Solventat și deparafinat
Indice de refracție n_D^{20}	1,5142	1,4936	1,5219	1,5029
Densitate, d_4^{20}	0,9270	0,8961	0,9359	0,9112
Distribuția carbonului, %:				
— C A	16	16	20	9,5
— C N	27	27	21	27
— C P	57	66	59	63,5
Numărul mediu de cicluri în moleculă:				
— Aromatice K_A	1,2	0,55	1,65	0,9
— Naftenice K_N	2,95	3,10	2,85	3,55

Datele de mai sus ilustrează faptul că prezența furfurolului determină, cum era și de așteptat, schimbări în compoziția uleiului, în sensul unui conținut mai mare de cicluri aromatice și naftenice în uleiul finit și, ca atare, un indice de viscozitate ceva mai coborît, o cifră de cocs mai mare.

Considerînd dezasfaltarea cu propan și furfurol drept un proces atrăgător, datorită creșterii apreciabile a randamentului de ulei, pentru obținerea de materii prime destinate prelucrării în instalații de cracare catalitică sau hidrocracare, evident se pune problema conținutului de metale în uleiul respectiv.

Se știe că propanul concentrează în asfalt compușii organometalici prezenți în materia primă.

În funcție de natura acesteia și de condițiile de lucru, conținutul de metale rămas în uleiul rezidual variază între 5 și 10%, față de cel existent inițial în materia primă [5, 6]. Modificînd însă corespunzător parametrii procesului (rația de propan sau/și temperatura), pentru a obține un randament mărit de ulei, odată cu modificările calitative survenite în sensul creșterii viscozității și a cifrei de cocs, are loc și creșterea conținutului de metale ca efect firesc al adîncirii extracției. Pe de altă parte, și furfurolul, în operațiile de rafinare selectivă a uleiurilor, concentrează acești compuși organometalici în extract. De aceea, s-a considerat interesant de urmărit modul în care variază conținutul de metale la uleiurile obținute, în comparație cu materia primă, în condițiile în care adîncirea extracției se face în prezența furfurolului.

Analiza spectrografică a cenușii obținute din cele două probe de ulei, din testele 1 și 3 după deparafinare, precum și din materia primă, a condus la rezultatele redate în tabela 4. Suplimentar, în aceeași tabelă se prezintă și datele respective pentru uleiul rezultat la testul 3 după resolventare și deparafinare.

TABELA 4

Conținutul de metale în p.p.m.

Produsul	Fe	Cu	Ni	V	Total
Materia primă (reziduul de vid)	93,0	5,0	52,0	5,0	155,0
Ulei rezidual din testul 1 deparafinat	8,6	1,6	4,1	0,5	14,8
Ulei rezidual din testul 3 deparafinat	1,6	1,6	3,6	0,1	6,9
Ulei rezidual din testul 3, solventat și deparafinat	1,5	0,6	2,0	0,1	4,2

Cifrele de mai sus arată că efectele acțiunii propanului și furfurolului asupra compușilor organometalici din materia primă sînt aditive atunci cînd acești solvenți sînt folosiți împreună în procesul de dezasfaltare. Se constată că în uleiul deparafinat rezultat în condițiile testului 3 (rație de furfurol 0,5 :1 vol.) conținutul de metale reprezintă mai puțin de jumătate față de cel corespunzător uleiului deparafinat obținut prin dezasfaltare numai cu propan.

Se mai observă din examinarea datelor prezentate că efectuarea înainte de deparafinare a unei operații suplimentare de rafinare cu furfurol nu are ca rezultat decît o scădere relativ mică a conținutului de metale. Aceasta denotă că în timpul dezasfaltării cu propan și furfurol acesta din urmă a extras o mare parte din compușii organometalici. La tratarea ulterioară a uleiului, chiar cu rații mari de furfurol (4 :1 în greutate), nu se mai pot solubiliza, trecînd în extract o cantitate mult mai mică din acești compuși organometalici prezenți în ulei.

Este de așteptat ca un fenomen analog să aibă loc și cu ceilalți compuși indezirabili, cu structură heterociclică.

Într-adevăr, comparînd uleiurile rezultate dintr-un reziduu de vid provenit din țiței sulfuros de tip iranian, în condițiile dezasfaltării numai cu propan și cu propan în prezență de furfurol (0,5 :1 în vol.), s-a putut constata același efect.

Cu toate că randamentul de ulei a crescut apreciabil, conținutul de sulf a rămas practic neschimbat, deși masa moleculară medie a uleiului a crescut, iar cifra de cocs a crescut la o valoare aproape dublă.

Cele arătate mai sus demonstrează suficient de elocvent faptul că un atare proces de dezasfaltare cu propan-furfurol a reziduurilor de la distilarea în vid a păcurii este deosebit de interesant pentru pregătirea de materii prime pentru procese termocatalitice, cum ar fi cracarea catalitică, hidrocracarea etc. Din punct de vedere economic un asemenea proces este net avantajos față de cel elaborat de societatea Kellog [1], care presupune o decarbonizare mai avansată a materiei prime — reziduul de la distilarea în vid a păcurei — urmată de rafinarea uleiului rezultat cu fenol, în scopul îndepărtării compușilor celor mai indezirabili ce se concentrează în extract.

Dezasfaltarea reziduului de vid provenit din țiței naftenic

Ca și în cazul precedent și de această dată materia primă de care s-a putut dispune a fost mai ușoară decît cea cu care s-au efectuat experiențele de laborator. Principalele caracteristici au fost :

viscozitatea la 100°C, °E	22,8
cifra de cocs, %gr.	9,85

Într-unul din articolele anterioare s-a arătat că, în condițiile menținerii constante a rației de propan și în lipsa solventului polar, odată cu creșterea temperaturii, are loc concomitent cu micșorarea randamentului de ulei o ușoară scădere a indicelui de viscozitate, ușor de constatat în cazul materiei prime de natură naftenică, cînd uleiul rezultat nu mai trebuie deparafinat pentru a determina valoarea acestui indice.

S-a menționat în același timp faptul că în prezența solvenților polari această scădere a indicelui de viscozitate se resimte mai puțin ca urmare a trecerii în faza grea, solubilizate de furfurol, a hidrocarburilor cu masă moleculară mai mică și cu caracter aromatic mai pronunțat.

Pentru acest motiv s-a considerat interesant de verificat efectul creșterii temperaturii în instalația-pilot funcționînd după schema fracționării uleiului rezultat din prima coloană, în cea de-a doua coloană, în lipsa și respectiv în prezența furfurolului. S-a avut în vedere urmărirea variației randamentului de ulei și a calității acestuia prin determinarea indicelui de viscozitate ca un criteriu de mare importanță, atunci cînd uleiul respectiv este destinat a fi utilizat la prepararea de uleiuri lubrifiante. Astfel, de această dată experimentarea s-a făcut cu instalația-pilot funcționînd cu ambele coloane după schema fracționării uleiului rezultat în vîrful primei coloane, în cea de-a doua.

În tabela 5 sînt consemnate rezultatele obținute în această operație.

Prin creșterea temperaturii, modificîndu-se corespunzător puterea de dizolvare și selectivitatea propanului, s-a realizat fracționarea dorită a uleiului.

TABELA 5

Dezasfaltarea cu propan şi cu propan-furfurol a reziduului de vid provenit din ţiţei naftenic

Specificaţii	Test 1	Test 2	Test 3
Condiţii de lucru			
Temperatura °C			
— vîrf coloană 1	60	60	60
— baza coloana 1	40	40	40
— vîrf coloana 2	80	80	73
— baza coloana 2	70	70	70
Raţia de solvent : materie primă (vol.)			
— propan	5	5	5
— furfurol	0	0,5	0,5
Conţinutul în furfurol, % gr. :			
— în ulei (vîrf col. 1)		38,5	
— în asfalt (baza col. 1)		31,4	
Randament, % gr.			
— ulei uşor (vîrf col. II)	16,1	38,3	56,5
— ulei greu (baza col. II)	33,4	42,0	24,1
Total ulei	49,5	80,3	80,6
Asfalt	50,5	19,7	19,4

Din compararea rezultatelor obţinute la testele 1 şi 2 rezultă că pentru aceleaşi condiţii de temperatură şi raţie de propan, prezenţa furfurolului, care influenţează mărirea randamentului de ulei, reduce foarte mult efectul contrar, al creşterii temperaturii. În condiţiile de lucru arătate în tabela 5, dacă în testul 1 fracţiunea de ulei uşor reprezintă o treime din alimentarea coloanei a II-a, pentru testul 2 această fracţiune reprezintă practic jumătate din alimentarea respectivă. În prezenţa furfurolului cantitatea de ulei uşor obţinută este aproximativ de două ori şi jumătate mai mare, bineînţeles cu diferenţele de calitate arătate în tabela 6.

TABELA 6

Calitatea produselor obţinute la dezasfaltarea cu propan şi cu propan-furfurol a reziduului de vid provenit din ţiţei naftenic

Specificaţii	Test 1	Test 2	Test 3
Calitatea uleiului :			
a/ Vîrf coloana 1			
— Densitatea d_4^{20}	0,925	0,936	0,935
— Viscozitatea la 100°C, °E	6,7	10,3	10,1
— I.V.	73,2	72,6	73,4
— Cifra de cocs , % gr.	2,88	3,58	3,6
b/ Ulei uşor (vîrf col. 2)			
— Densitatea, d_4^{20}	0,906	0,912	0,916
— Viscozitatea la 100°C, °E	3,3	4,6	6,95
— I.V.	68,2	69,0	70,5
— Cifra de cocs, % gr.	0,56	1,0	2,2
c/ Ulei greu (baza col. 2)			
— Densitatea d_4^{20}	0,931	0,952	0,970
— Viscozitatea la 100°C, °E	8,1	16,8	19,2
— Cifra de cocs, % gr.	3,6	4,8	5,9
Calitatea asfaltului :			
— Punct de înmuiere, °C	75	86,5	87
— Penetraţia la 25°C, 1/10 mm	1	0	0
— Ductilitatea la 25°C, cm	0	0	0

Utilizarea unei raţii de propan relativ mici, de numai 5 : 1 (vol.), a condus la obţinerea de uleiuri din prima coloană cu valori mai ridicate pentru cifra de cocs.

Prin creşterea temperaturii de la 60 la 80°C, ca urmare a diminuării puterii de dizolvare a propanului asupra compuşilor cu masă moleculară mare, au rezultat uleiuri uşoare cu viscozităţi şi cifre de cocs mult mai mici.

Interesant de remarcat este variaţia indicelui de viscozitate. De la aproximativ aceeaşi valoare de 73 cu care s-au obţinut uleiurile în testele 1 şi 2, prin fracţionarea realizată în urma creşterii temperaturii în a doua coloană, indicele de viscozitate scade sensibil în funcţie de randament, scăderea fiind mai mică în prezenţa furfurolului.

Această constatare confirmă concluziile studiului de laborator pentru ambele materii prime, în cadrul căruia s-a putut observa că realizarea dezasfaltării la temperaturi ridicate nu conduce la îmbunătăţirea indicelui de viscozitate, ci, din contra, la o diminuare a valorii acestuia cu 1—2 unităţi [7, 10].

Faptul că din punct de vedere calitativ uleiul obţinut la o temperatură ridicată la vîrful extractorului prezintă o micşorare a indicelui de viscozitate demonstrează că propanul solubilizează fracţiunile de ulei cu precădere în ordinea masei moleculare. Astfel, în uleiul uşor rezultat prin fracţionare, ca urmare a ridicării temperaturii, creşte concentraţia hidrocarburilor naftenice şi aromatice cu catene laterale mai scurte, dar cu greutatea moleculară mică. Hidrocarburile naftenice avînd indici de viscozitate relativ coborîţi, iar cele aromatice negativi, influenţa creşterii concentraţiei acestora în ulei determină scăderea indicelui de viscozitate, cu toate că uleiul are o viscozitate şi o cifră de cocs mult redusă.

În scopul cunoaşterii randamentului şi a calităţii uleiului care s-ar putea obţine plecînd de la uleiurile rezultate în testul 3, prin solventare cu furfurol, s-a procedat la efectuarea acestei operaţii într-o aparatură discontinuă de laborator. Solventarea s-a făcut cu raţia de furfurol de 3 :1, la temperatura de 130°C.

Calitatea uleiurilor se îmbunătăţeşte mult, rezultatele respective fiind redate în tabela 7.

TABELA 7

Solventarea uleiului total şi a uleiului uşor rezultat din testul 3 raţia de furfurol 3 : 1, temperatura 130°C

Specificaţii	Ulei total vîrf col. I	Ulei uşor vîrf col. II
Randament, % gr.	67,6	70
Viscozitatea la 100°C, °E	7,2	5,5
I.V.	87	85
Cifra de cocs, % gr.	2,0	1,2

Evident, în cazul în care s-ar fi utilizat o raţie de propan de 8 :1 s-ar fi obţinut practic acelaşi randament cantitativ, dar calitativ rezultate

mai bune. În consecință, dacă procesul dezasfaltării cu propan și furfurol se aplică în scopul fabricației uleiurilor lubrifiante, rația de propan este bine să nu fie inferioară valorii de 8 :1 (vol.) și pentru această materie primă.

Concluzii

Principalele concluzii care se desprind din seria articolelor referitoare la acest subiect pot fi concretizate astfel :

— Solvenții polari, parțial miscibili cu asfaltul, utilizați la rații mici conduc la separarea obișnuită a două faze ; de la o anumită valoare a rației de solvent polar, în funcție de temperatură și de rația de propan, are loc separarea a trei faze lichide distincte.

Factorii care influențează procesul în sensul evitării formării a trei faze lichide, sînt : raportul rațiilor propan/solvent polar, solubilitatea solventului polar în propan, temperatura și natura materiei prime.

Cu cît valoarea primilor trei factori este mai mare și caracterul materiei prime mai puțin parafinos, datorită faptului că o cantitate mai mare de solvent împreună cu hidrocarburile dizolvate de acesta se repartizează în faza ușoară, sistemul considerat separă numai două faze lichide.

— Utilizarea solvenților polari parțial miscibili cu propanul și mai ales cu asfaltul, la rații relativ mici, determină creșteri apreciabile de randament de ulei, în comparație cu dezasfaltarea numai cu propan. Creșterea randamentului este explicată de trecerea în faza bogată în propan, odată cu solventul polar, și a hidrocarburilor mai grele din materia primă solubilizate de acesta. În același timp, o parte din solventul polar, împreună cu hidrocarburile cu caracter mai pronunțat aromatic cu cicluri condensate și heterociclice, se solubilizează în faza grea.

— Pentru realizarea unui randament de ulei maxim, în condițiile utilizării unei rații cît mai mici, trebuie luate în considerare două criterii suplimentare de alegere a solvenților polari, și anume : solubilitatea în propan și solubilitatea reciprocă față de constituenții materiei prime.

Cu cît un solvent polar, pentru condițiile de temperatură alese, este mai solubil în propan și mai puțin miscibil cu hidrocarburile grele și în special cu asfaltul, cu atît randamentul de ulei va fi mai mare.

— Au fost studiați principalii parametri ai procesului și modul în care variația acestora influențează rezultatele sub aspect cantitativ și calitativ (rația de propan, rația de solvent polar, temperatura și natura materiei prime, gradul de epuizare a acesteia).

— Dezasfaltarea cu propan în prezență de solvenți polari și îndeosebi de furfurol conduce într-o măsură mult mai mare la reducerea conținutului de compuși organometalici în ulei (mai puțin de jumătate față de cazul dezasfaltării numai cu propan).

— Rația de solvent polar se limitează în funcție de raportul între aceasta și rația de propan, existînd posibilitatea reciclării parțiale a solventului, mai ales pentru cazurile în care se urmărește obținerea de materii prime în vederea prelucrării în procese termocatalitice.

— Din punct de vedere aplicativ, procesul studiat, particularizat la cazul furfurolului utilizat ca solvent polar, poate prezenta un real interes pentru pregătirea materiei prime destinate prelucrării în instalații de cracare catalitică sau hidrocracare, contribuind prin aceasta la reducerea apreciabilă a producției de combustibil rezidual.

Procesul de dezasfaltare cu propan în prezență de solvenți polari prezintă deopotrivă interes pentru pregătirea materiei prime în vederea obținerii de uleiuri lubrifiante pe calea hidrotratării la presiune ridicată, procedeu elaborat în scopul realizării de uleiuri cu indici de viscozitate naturali mai mari de 100.

Acest interes este justificat de viscozitatea și de indicele de vicozitate relativ mare de la care se pleacă și care duce la rezultate optime privind atît randamentul, cît și calitatea fracțiunilor de ulei obținute [2, 15].

BIBLIOGRAFIE

1. Atteridg, P. T. și Cox, R.P. În : Petroleum Refiner, mart.1960, p.10.
2. Billon, A, Derrieu, M ș.a.Raport I.F.P.,nr. 15 171
3. Bray, N. B., și Bahlke, W. E. Refining with Liquid Propane. The Science of Petroleum, **III** p. 1966. Oxford University Press, New York, 1938.
4. Bogdanov, N. F. În : Himia i tehnologhia topliv i masel, 3, nr. 10, 1956, p. 42.
5. Furby, W. Neal, În : Ind. Eng Chemistry, **47**, nr.3, 1955, p. 480.
6. Kalichevsky, A. V. și Kobe, A. K. Petroleum Refining with Chemicals. Elsevier, New York, 1956.
7. Mărculescu, N. Dezasfaltarea reziduurilor petroliere cu propan în prezență de solvenți polari. Teză de doctorat, I.P.G.G., București, 1970.
8. Mărculescu, N. și Rașeev, S. În : Petrol și gaze, **22**, nr. 3, 1971, p. 153
9. Mărculescu, N. și Rașeev, S. În : Petrol și gaze, **22**, nr. 7, 1971, p. 426.
10. Mărculescu, N. și Rașeev, S. În : Petrol și gaze, **22**, nr. 11, 1971, p. 678.
11. Rădulescu, A. G. Fabricarea uleiurilor lubrifiante, Ed. tehnică, București, 1965.
12. Soare, S.,Precup, I. și Taran, C. Extracția lichid-lichid. Ed. tehnică, București, 1963.
13*** Studiul dezasfaltării semigudronului parafinos de la rafinăria Teleajen. Raport ICPT, nr. 452, dec., 1966.
14 *** Studiul procesului de dezasfaltare în două trepte pe materie primă neparafionasă. Raport ICPT, nr. 520, decembrie, 1967.
15. Watkins, A. Ch. și Wenner, G. The Production of Lubricating Oils by the „Isomax process" U.O.P. Process division, 1968.

Considerații asupra temperaturilor de autoaprindere a hidrocarburilor pure și a unor amestecuri ale acestora

S. Rașeev și Gh. I. Bărbatu

După cum se știe, temperatura de autoaprindere poate fi definită ca cea mai joasă temperatură la care un produs se aprinde după o oarecare întîrziere, fără aplicarea vreunei surse exterioare de amorsare a reacțiilor de oxidare.

Cînd un amestec combustibil este încălzit în aer sau în oxigen, viteza sa de oxidare crește pînă cînd cantitatea de căldură dezvoltată într-un volum elementar de vapori în urma reacțiilor exoterme de oxidare devine egală cu cantitatea de căldură pierdută prin radiație, convecție și conductibilitate în mediul înconjurător. Cea mai mică depășire a acestei temperaturi de echilibru termic duce la o creștere continuă, de la sine, a temperaturii, fără ca vreo sursă exterioară de încălzire să mai fie aplicată, pînă la atingerea temperaturii la care o cantitate apreciabilă de energie este emisă în regiunile vizibile ale spectrului, ceea ce vizual apare ca fenomen de aprindere.

Creșterea continuă spontană a temperaturii la depășirea temperaturii de echilibru termic se datorește faptului că viteza reacțiilor de oxidare, și deci și cantitatea de căldură pe care ele le dezvoltă, crește mai repede cu temperatura decît cantitatea de căldură care se pierde în mediul înconjurător.

Avînd în vedere această explicație a fenomenului de autoaprindere, este clar că atît temperatura de autoaprindere (care concordă practic cu temperatura de echilibru termic), cît și întîrzierea la autoaprindere vor depinde într-o oarecare măsură de condițiile de experimentare (forma, mărimea și materialul vasului, existența și intensitatea curenților de convecție, modul de administrare a aerului etc.). Ca atare temperatura și întîrzierea autoaprinderii nu reprezintă caracteristici fizico-chimice în sensul riguros al acestei noțiuni.

Cu toate acestea studiul și cercetarea autoaprinderii hidrocarburilor și a fracțiunilor de țiței a constituit vreme îndelungată ținta unor preocupări deosebite, a căror continuare în prezent se poate explica atît prin complexitatea teoretică a fenomenului, cît și prin aplicațiile practice legate de utilizarea combustibililor în motoarele cu aprindere prin compresie și în motoarele cu reacție.

În cercetările anterioare, care au făcut obiectul a numeroase publicații [7—24] și al cîtorva monografii [1—6] s-au folosit metode și aparaturi foarte diferite și, ca urmare, rezultatele obținute pentru aceleași hidrocarburi difereau mult între ele. Marea majoritate a metodelor de determinare utilizate nu erau standardizate, iar valorile indicate pentru temperatura de autoaprindere în aproape toate lucrările nu erau însoțite de date privind puritatea substanțelor și timpul de întîrziere la autoaprindere. Ele au permis totuși să se obțină unele concluzii importante cu privire la influența compoziției chimice asupra valorii temperaturii de autoaprindere, respectiv asupra comportării caracteristice a diverselor clase de hidrocarburi.

Articolul își propune să prezinte rezultatele experimentale obținute de autori [27] pentru temperaturile de autoaprindere și perioadele de inducție a autoaprinderii unor hidrocarburi pure și amestecuri ale acestora (pentru care existau sau nu determinări anterioare cu alte metode), folosind metoda ASTM D 2155-63 T [25].

S-a urmărit, de asemenea, interpretarea datelor experimentale sub aspectul structurii chimice și sub aspect tehnologic, trăgîndu-se concluzii corespunzătoare, concretizate și în relații care să reflecte legătura dintre cifra octanică a substanțelor studiate și temperatura de autoaprindere. Într-o lucrare anterioară, pe baza studierii variației perioadelor de inducție în funcție de temperatura determinărilor, s-au stabilit energiile de activare ale autoaprinderii hidrocarburilor parafinice liniare C_4—C_{10} [26].

1. REZULTATE EXPERIMENTALE

1.1. Hidrocarburi pure

a) *Temperaturi de autoaprindere determinate experimental*

Rezultatele experimentale obținute pentru cele 44 de hidrocarburi pure studiate în legătură cu comportarea lor la autoaprindere sînt redate în tabela 1 [27].

b) *Variația perioadelor de inducție a autoaprinderii hidrocarburilor în funcție de temperatura pentru hidrocarburile studiate*

Reprezentîndu-se grafic pentru hidrocarburile studiate variația perioadei de inducție a autoaprinderii cu temperatura determinării, s-au obținut curbe cu o alură fie aproximativ parabolică fie aproximativ liniară.

O liniaritate a variației $t = f(\tau)$ s-a obținut, în cazul hidrocarburilor: izopentan, izooctan, 2-3-dimetil-butan, 2-4-4-trimetil-1-pentenă,

TABELA 1

Temperaturile de autoaprindere ale hidrocarburilor studiate

Nr. crt.	Hidrocarbura	Temperatura de autoaprindere, °C	Perioada de inducție, τ, s	Volumul de produs, ml	Puritatea hidrocarburii, %	Firma, țara producătoare
1	n-pentan	293	6	0,15	99,0	Buchs, Elveția
2	n-hexan	251	30.8/10	0,15	99,0	UCB, Belgia
3	n-heptan	232	90	0,25	99,0	Rieden de Haen, Hanovra
4	n-octan	218	150	0,20	99,1	Fluka A. G., Elveția
5	n-nonan	206	68.5/10	0,15	99,1	Fluka A. G., Elveția
6	n-decan	211	71	0,15	99,0	Buchs, Elveția
7	izopentan	445	10	0,10	99,2	Rieden de Haen
8	izooctan	455	14.6/10	0,25	99,2	Rieden de Haen
9	2-3-dimetilbutan	470	4.8/10	0,15	99,0	Buchs, Elveția
10	1-pentenă	310	5.6/10	0,25	99,2	Buchs, Elveția
11	4-metil-1-pentenă	345	3.8/10	0,10	99,67	Buchs, Elveția
12	2-4-4-trimetil-1-pentenă	405	4	0,25	99,5	Buchs, Elveția
13	cis-4-metil-2-pentenă	330	5.8/10	0,20	99,50	Buchs, Elveția
14	trans-4-metil-2-pentenă	200	7.5/10	0,20	99,50	Buchs, Elveția
15	ciclopentenă	400	5	0,15	99,90	Buchs, Elveția
16	ciclohexenă	295	23	0,15	99,50	Buchs, Elveția
17	2-5-dimetil-2-4-hexadienă	285	3.4/10	0,15	99,00	Buchs, Elveția
18	1-5-ciclooctadienă	223	22	0,05	99,50	Buchs, Elveția
19	decalină	250	29	0,10	99,00	Buchs, Elveția
20	1-hexină	290	10	0,15	99,00	Buchs, Elveția
21	1-heptină	255	31	0,20	99,00	Buchs, Elveția
22	1-octină	225	64	0,30	99,00	Buchs, Elveția
23	1-decină	215	110	0,30	99,00	Buchs, Elveția
24	ciclopentan	376	6.2/10	0,20	99,00	Dr. Theodor Schuchardt, München, R.F. a Germaniei
25	metil-ciclopentan	345	5	0,15	99,00	Buchs, Elveția
26	ciclohexan	318	12.8/10	0,15	99,00	Carlo Erba, Italia
27	metil-ciclohexan	262,5	11	0,15	99,00	Buchs, Elveția
28	1-4-dimetil-ciclohexan	245	9	0,10	99,00	Buchs, Elveția
29	cicloheptan	282,5	21	0,05	99,00	Buchs, Elveția
30	ciclooctan	275	20	0,15	99,00	Buchs, Elveția
31	benzen	610	16	0,10	99,93	Buchs, Elveția
32	toluen	552	17	0,10	99,90	Buchs, Elveția
33	ortoxilen	490	15	0,07	99,90	Carlo Erba, Italia
34	metaxilen	530	29	0,10	99,00	R.P. Polonă
35	paraxilen	560	13.8/10	0,10	99,00	R.P. Polonă
36	etil-benzen	440	10	0,15	99,70	Rafinăria Brazi, România
37	izopropil-benzen	438	11	0,15	99,50	Carlo Erba, Italia
38	butil-benzen	400	6	0,20	99,72	Buchs, Elveția
39	butil-benzen-secundar	420	7	0,20	99,84	Buchs, Elveția
40	butil-benzen-terțiar	462	9.4/10	0,25	99,69	Buchs, Elveția
41	*p*-izopropil-toluen (*p*-cimen)	445	11	0,15	99,00	R.P. Polonă
42	2-metil-difenil	380	10	0,15	99,00	Buchs, Elveția
43	ortometil-stiren	402	16.8/10	0,10	99,00	Buchs, Elveția
44	metil-stiren	442	21.5/10	0,10	98,00	Buchs, Elveția

toluen, izopropil-benzen, butil-benzen primar, butil-benzen secundar, butil-benzen terțiar, *p*-cimen.

În figurile 1 și 2 s-au exemplificat cele arătate anterior pentru *n*-nonan (alura parabolică) și izopentan (alură liniară).

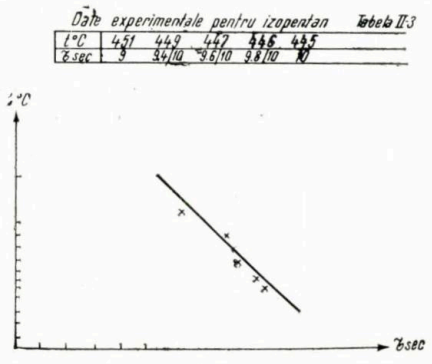


Fig. 1. Dependența întîrzierii la autoaprindere a *n*-nonanului la temperatura determinării.

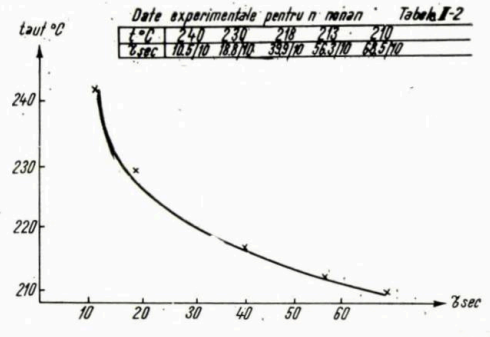


Fig. 2. Dependența întîrzierii la autoaprindere a izopentanului de temperatura determinării.

1.2. Determinări pentru amestecuri de hidrocarburi

S-au determinat temperatura de autoaprindere și întîrzierea la autoaprindere a următoarelor amestecuri de hidrocarburi pure: *n*-heptan, -izooctan, *n*-heptan-benzen, ciclohexan-benzen.

Rezultatele sînt redate în figurile 3—5.

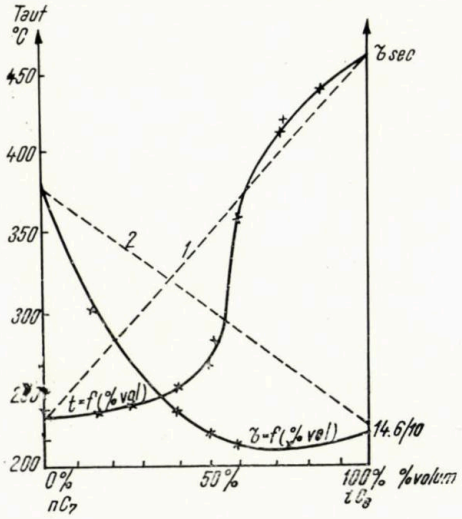


Fig. 3. Graficul temperaturilor de autoaprindere a amestecurilor de *n*-heptan și izooctan:

t – curba Taut = *f* (% vol.); 1-linie ipotetică de aditivitate temperaturilor de autoaprindere:

τ – curba timpilor de întîrziere la autoaprindere
τ = *f* (% vol.); 2-linie ipotetică de aditivitate a τ.

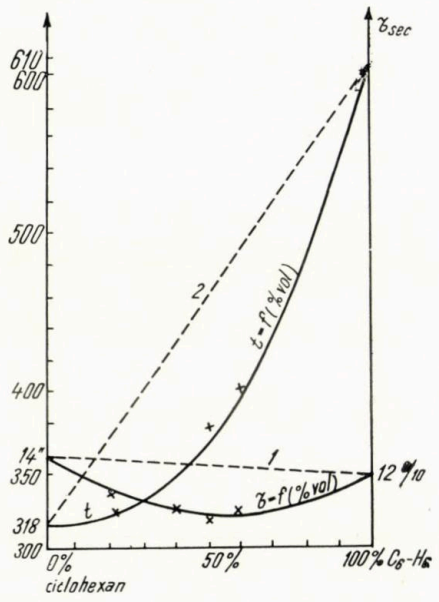


Fig. 4. Graficul temperaturilor de autoaprindere a amestecurilor de hidrocarburi pure ciclohexanbenzen: *t* — curba Taut = f (% vol.):

1 – linie ipotetică de aditivitate a temperaturilor de autoaprindere; τ – curba τ = *f* (% vol.); 2 – linie ipotetică de aditivitate a τ.

2. DISCUTAREA REZULTATELOR EXPERIMENTALE

2.1. Comportarea hidrocarburilor pure

Examinînd datele experimentale obținute sub aspectul structurii chimice a hidrocarburilor, se confirmă o serie de reguli existente în această privință și se pot face unele constatări care nu au apărut publicate în literatura de specialitate, și anume:

— Temperatura de autoaprindere scade de obicei o dată cu creșterea numărului de atomi de carbon în moleculă, în aceeași serie omoloagă de hidrocarburi care nu conțin lanțuri ramificate. În cazul hidrocarburilor parafinice liniare se poate constata o variație parabolică a temperaturilor de autoaprindere cu numărul atomilor de carbon din moleculă.

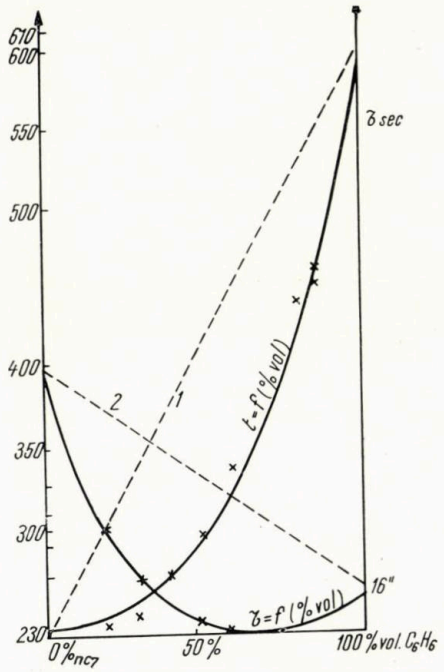


Fig. 5. Curba temperaturilor de autoaprindere a amestecurilor de n-heptan-benzen:

t – curba Taut = *f* (% vol.); 1 – linie ipotetică de aditivitate a temperaturilor de autoaprindere; τ – curba τ = f (% vol.).

După cum se știe deja, ramificarea lanțului parafinelor duce la creșteri sensibile ale temperaturii de autoaprindere.

— În cazul izoolefinelor se constată că în aceeași clasă, temperatura de autoaprindere a unei serii de izomeri crește o dată cu numărul atomilor de carbon terțiar sau cuaternar. De exemplu, hidrocarbura 4-metil-1-pentenă are temperatura de autoaprindere de 345°C, iar hidrocarbura 2-4-4-trimetil-1-pentenă are temperatura de autoaprindere de 405°C.

— Se pare că temperatura de autoaprindere a unei hidrocarburi este mult mai ridicată pentru forma *cis* decît pentru forma *trans*. De exemplu, *cis*-4-metil-2-pentena are $t_{aut} = 330°C$, iar *trans*-4-metil-2-pentenă are $t_{aut} = 200°C$.

Hidrocarburile ciclodienice au temperatura de autoaprindere mai mică decît hidrocarburile naftenice corespunzătoare. De exemplu, 1-5-ciclooctadiena are t_{aut} de 225°C, iar ciclooctanul are t_{aut} de 275°C.

— Temperatura de autoaprindere a cicloolefinelor este sensibil mai ridicată decît temperaturile de autoaprindere ale hidrocarburilor parafinice cu același număr de atomi de carbon în moleculă. De exemplu, *n*-pentanul are t_{aut} = 293°C, pe cînd ciclopentena are t_{aut} = = 400°C; *n*-hexanul are t_{aut} = 290°C, pe cînd ciclohexena are t_{aut} = 295°C.

— Hidrocarburile acetilenice au temperaturile de autoaprindere mai ridicate decît hidrocarburile parafinice corespunzătoare. De exemplu 1-hexina are t_{aut} = 290°C, pe cînd *n*-hexanul are t_{aut} = 251°C, 1-heptina are t_{aut} = 255°C, pe cînd *n* heptanul are t_{aut} = 232°C.

— Hidrocarburile naftenice substituite au t_{aut} mai scăzută decît cele nesubstituite, și anume cu atît mai scăzută cu cît crește numărul substituienților și cu cît lanțul substituenților este mai lung. De exemplu:

— ciclohexanul are t_{aut} egală cu 318°C;

— metil-ciclo-hexanul are t_{aut} egală cu 202,5° C;

— 1-4-dimetil-ciclohexanul are t_{aut} egală cu 245°C.

— Ca și în cazul cicloparafinelor, temperatura de autoaprindere a hidrocarburilor aromatice substituite este cu atît mai mică cu cît substituentul parafinic are lanțul mai lung. De exemplu:

benzenul are t_{aut} = 610°C;
toluentul are t_{aut} = 552°C;
etilbenzenul are t_{aut} = 440°C;
butil-benzenul are t_{aut} = 400°C;

— Legarea substituentului la atomul de carbon primar, secundar sau terțiar în lanțurile laterale ale hidrocarburilor ciclice duce la diferențieri sensibile în mărimea valorilor temperaturilor de autoaprindere, care cresc în ordinea următoare: primar, secundar, terțiar. De exemplu:

butil-benzen are t_{aut} = 400°C;
butil-benzen secundar are t_{aut} = 420°C;
butil-benzen terțiar are t_{aut} = 462°C.

2.2. Amestecuri de hidrocarburi

Prelucrînd datele experimentale obținute în cazul amestecurilor de hidrocarburi, s-a constatat că temperatura de autoaprindere a hidrocarburilor nu este aditivă. De exemplu, amestecul compus din 50% *n*-heptan și 50% izooctan are temperatura de autoaprindere de 265°C, în loc de 344°C, cît ar fi trebuit să aibă în ipoteza că s-ar fi respectat regula de aditivitate. Se constată că, de obicei, temperaturile de autoaprindere ale amestecurilor de hidrocarburi pure sînt mai mici decît valorile ce ar rezulta dintr-un calcul bazat pe ipoteza respectării regulilor de aditivitate.

În ceea ce privește perioadele de inducție ale autoaprinderii amestecurilor de hidrocarburi pure, se constată că, de regulă, acestea sînt mult mai mici, chiar față de componenta amestecului care are cea mai mică perioadă de inducție a autoaprinderii. Astfel, *n*-heptanul are τ = 90'', iar benzenul are 16''; amestecul lor în părți egale are τ = 6''. Credem că explicarea acestui fenomen trebuie corelată cu formarea peroxizilor.

2.3. Variația perioadei de inducție a autoaprinderii hidrocarburilor în funcție de temperatura determinării

În cursul experimentărilor efectuate s-a observat o anumită corelație între temperatura la care se produce autoaprinderea și perioada de inducție — τ.

S-a constatat că la temperaturi de testare mai ridicate corespund timpi de întîrziere la autoaprindere mai mici. Cu cît scade temperatura determinării, τ crește pînă la valoarea sa maximă, corespunzătoare celei mai mici temperaturi la care însă apare inflamarea sau explozia.

Exprimată grafic, variația temperaturii de autoaprindere în funcție de τ se prezintă sub forma unei curbe aproximativ parabolice (în majoritatea cazurilor), cu extremitățile tinzînd asimtomic către infinit. Cu alte cuvinte, la temperaturi de încercare a autoaprinderii situate la valori foarte mari, timpul scurs pînă la apariția inflamării sau a exploziei este foarte scurt, tinzînd către zero, autoaprinderea avînd loc practic instantaneu.

În apropierea temperaturii de autoaprindere propriu-zisă, τ devine lung, atingînd valoarea sa maximă. În această zonă timpul de întîrziere la autoaprindere tinde către infinit și atinge această valoare la temperatura imediat inferioară temperaturii de autoaprindere propriu-zisă a substanței respective.

În cazul hidrocarburilor: benzen, toluen, 2-3 dimetil-butan, 2-4-4-trimetil-penten, izooctan, *p*-cimen ș.a., curbele $t_{aut} = f(\tau)$ nu au alură parabolică, ci una foarte apropiată de o linie dreaptă (fig. 2).

La exprimarea dependenței dintre perioadele de inducție a autoaprinderii și temperaturile determinării în sistemul de coordonate $\lg\tau = f(1/T)$ se constată că unele hidrocarburi pure prezintă o variație liniară, fapt ce permite ca, ulterior, folosind relația:

$$\lg\tau = \lg A + n \lg p + 0{,}434\, E/RT, \quad (1)$$

să se determine cu aproximațiile implicate energiile de activare ale autoaprinderii lor.

Termenii din relaţia (1) au următoarea semnificaţie :

τ este timpul de întîrziere la autoaprindere ;

A — factorul preexponenţial ;
n — ordinul de reacţie ;
p — presiunea, atm ;
T — temperatura, grade absolute ;
E — energia de activare, cal/mol ;
R — constanta gazelor.

Într-o lucrare anterioară s-au determinat energiile de activare ale autoaprinderii hidrocarburilor parafinice liniare C_5-C_{10} pe baza temperaturilor de autoaprindere şi a perioadelor de inducţie obţinute experimental. Energiile de activare astfel determinate au fost corelate cu numărul de atomi de carbon din moleculă şi cu cifra octanică a hidrocarburii pure respective [26].

2.4. Corelări cu cifra octanică

Reprezentînd grafic variaţia COF_2 a hidrocarburilor pure studiate în funcţie de temperatura lor de autoaprindere, s-a constatat gruparea punctelor rezultate pe trei curbe distincte, corespunzînd următoarelor criterii :

Criteriul I $\rho t_{aut} \leqslant 185$, în care se încadrează hidrocarburile *n*-pentan, *n*-hexan, *n*-heptan, *n*-octan, *n*-nonan, *n*-decan.

Criteriul II $185 \leqslant \rho\ t_{aut} \leqslant 320$, din care fac parte : 1-4- dimetil- ciclohexan, 1-pentenă, metil-ciclohexan, metil-ciclopentan, 2-4-4- trimetil -1 -pentenă, izopentan şi 2-3-dimetil butan.

Criteriul III $t_{aut}, > 320$, din care fac parte restul hidrocarburilor studiate.

Prelucrîndu-se statistic (metoda regresiilor multiple) datele experimentale de care s-a dispus pentru fiecare grupă de hidrocarburi în parte, s-au obţinut trei relaţii ce permit determinarea COF_2 în funcţie de temperatura de autoaprindere cu o precizie de $\pm$ 1 unitate octanică (tabela 2).

TABELA 2

Formule care permit determinarea COF_2 în funcţie de temperatura de autoaprindere a hidrocarburilor pure

Grupa criteriului	Relaţia $y = f\ (t_{aut})$
I	$y = COF_2 + 100 = 0{,}186\ (t_{aut} - t_f)^{1{,}45}$
II	$y = COF_2 = 4{,}732\ t_{aut}^{0{,}48529}$
III	$y = COF_2 = 18{,}42\ t_{aut}^{0{,}25507}$

În tabela 2 termenii au următoarea semnificaţie :

$y = COF_2$ = cifra octanică metoda Motor ;
t_{aut} = temperatura de autoaprindere, °C [27] ;
ρ — densitatea la 20/4 a hidrocarburii pure respective [28] ;
t_f — temperatura de fierbere a hidrocarburii pure respective [28].

Concluzii

În această lucrare se aduce o contribuţie la studiul şi determinarea autoaprinderii hidrocarburilor pure, care se găsesc de regulă în benzine. S-au determinat temperaturile de autoaprindere pentru 44 de hidrocarburi pure, cu ajutorul metodei ASTM D 2155-63 T. Pentru 14 dintre aceste hidrocarburi lipseau practic din literatura de specialitate date referitoare la autoaprinderea lor. Acestea sînt : *cis*-4-metil-2-pentenă, *trans* -4-metil-2-pentenă, 1-5-ciclo-octadienă, 2-5-dimetil-2-4-hexadienă, 1-hexină, 1-heptină, 1-octină, 1-decină, 1-4 dimetil-ciclohexan, cicloheptan, ciclooctan, 2 metil-difenil, ortostiren si α-metil-stiren.

S-au determinat, de asemenea, temperaturile de autoaprindere ale amestecurilor *n*-C_7-i-C_8 ; n-C_7-C_6H_6 ; C_6H_6 - C_6H_{12}, verificîndu-se că acestea sînt de regulă mai mici decît valorile ce ar fi rezultat dintr-o eventuală respectare a legilor de aditivitate. S-a constatat că perioadele de inducţie ale autoaprinderii amestecurilor de hidrocarburi pure sînt mai mici chiar decît perioada de inducţie a componentei cu τ cel mai mic.

Datele experimentale au fost interpretate sub aspectul structurii chimice şi sub aspect tehnologic. În acest sens s-a reliefat influenţa asupra mărimii valorii temperaturii de autoaprindere a triplei legături, a formei *cis* sau *trans*, a poziţiei atomului de carbon primar, secundar, terţiar ş.a.m.d. S-au elaborat relaţii care permit calculul COF_2 a hidrocarburilor pure în funcţie de temperatura de autoaprindere.

S-a studiat variaţia perioadelor de inducţie a autoaprinderii hidrocarburilor în funcţie de temperatura determinării, făcîndu-se în legătură cu aceasta referiri la posibilitatea determinării energiilor de activare a fenomenului studiat.

BIBLIOGRAFIE

1. Semenov, N. N. Chemical kinetics and chain reactions. Clarendon Press, Oxford, 1935.
2. Semenov, N. N. O nekotorîh problemah himiceskoi kinetiki i reaktionnoi sposobnosti. Izd. Akad. Nauk. Moskva, 1958.
3. Sokolik, A. S. Samovosplamenenie plamea i detonaţia f gazah. Izd. Akad. Nauk. Moskva, 1960.

4. Jost, W. Explosion and Combustion Processes in Gases. Mac Graw-Hill, New York, 1946.
5. Tiggelen, A. Van ş.a. Oxidations et combustions. Edition Technip, Paris, 1966.
6. Helmoore, W. În: Science of Petroleum, 1938, **IV**, p. 270.
7. Olin, H. L. şi Jevens, W. J. În: Ind. Eng. Chem. 1929, **21**, p. 43.
8. Bridgman, O. C. şi Marvin, C. F. În: Ind. Eng. Chem., 1928, **20**, p. 1 219.
9. Masson, H. J. şi Hamilton, W. F. În: Ind. Eng. Chem., **19**, 1927, p. 1 935.
10. Dykstra, F. J. şi Edgar, G. În: Ind. Eng. Chem., 1934, **26**, p. 590.
11. Wiezevich, P. J., Whiteley, J. M. şi Turner, L. B. În: Ind. Eng. Chem., **137**, 1935.
12. *** Properties of Flammable Liquide, Gases and Solids. În: Ind. Chem., 1940, Boston, **32**.
13. Jackson, L. J. În: Ind. Eng. Chem., 1951, **43**, nr. 12.
14. Frank, B. Ch. În: Ind. Eng. Chem., 1952, **44**, p. 862.
15. Mullaney, J. G. În: Ind. Eng. Chem., 1959, **51**, p. 779.
16. Boir, B. W., Olson Donald, Lichty, C. Leaster. În: Ind. Eng. Chem., 1957, **49**, p. 774.
17. Lovell, W. G. În: Ind. Eng. Chem., **40**, 1948, p. 2 388.
18. Kroger, K. şi Gonderman, H. În: Brennstoff Chemie, nr. 17/18, 1958.
19. Kröger, C. şi Quiens, H. În: Brennstof Chemie **41**, 1960, p. 181.
20. Mauss, F. În: Revue de l'institute français du petrole, 1955, **10**, p. 1 126.
21. Frehling, M. E. În: Revue de l'institute français du pétrole, **XX**, nr. 1, ian. 1956, p. 134.
22. Van Tiggelen, A., De Soete G. şi Van Tiggelen, P. J. În: Revue de l'institute français du pétrole, **XXX**, nr. 7—8, 1966, p. 1 175.
23. Neiman, M. B. Uspehi himii, nr. 7, 1938, p. 341.
24. Serbinov, A. I., Troshin, Y. K. şi Schelkin, S. În: Doklad. Akad. Nauk, U.R.S.S., 1962, **145**, p. 1 314—1 317.
25. *** Test for Autogenous Ignition Temperatures of Petroleum Products, S.U.A. În: ASTM 2155—63 T, p. 128.
26. Bărbatu, Gh. I. În: Petrol şi gaze, **21**, nr. 7, 1970.
27. Bărbatu, Gh. I. Contribuţii la studiul şi cercetarea autoaprinderii hidrocarburilor şi benzinelor. Teză de doctorat susţinută la 24 sept. 1970, elaborată sub conducerea prof. univ. ing. Sergiu D. Raşeev (Institutul de petrol, gaze şi geologie, Bucureşti, manuscris nepublicat).
28. Raşeev, D. S. Constantele fizico-chimice principale ale hidrocarburilor şi combinaţiilor organice. Ed. tehnică, Bucureşti, 1964.

REALIZĂRI DIN ÎNTREPRINDERI

METODE MODERNE DE EXPLOATARE A ŢIŢEIULUI

Specialiştii Grupului industrial de foraj-extracţie ţiţei din Moineşti se ocupă intens de perfecţionarea metodei exploatării secundare prin injecţia de apă în zăcămînt. Ei urmăresc totodată creşterea randamentului sondelor cu debite mici, mărirea productivităţii sondelor de mare adîncime, precum şi aplicarea unor noi procedee capabile să asigure factori de recuperare superiori, cum ar fi injecţia cu apă vîscoasă sau cea cu bioxid de carbon.

Industria extractivă de ţiţei şi gaze din Moldova oferă teme importante de cercetare, dintre care amintim: reducerea numărului de ruperi ale prăjinelor de pompare, perfecţionarea constructivă a pompelor de extracţie, realizarea unor filtre de nisip perfecţionate, reducerea cheltuielilor de tratare a ţiţeiurilor cu dezemulsionanţi ş.a.

ZECE ANI DE ACTIVITATE RODNICĂ

Unitatea de foraj Tîrgu Ocna împlineşte două decenii de activitate. Dacă în primul an, existau aici doar instalaţii electrice cu capacităţi pînă la 1 000 m, în prezent peste 70% din instalaţii sînt moderne, de mare capacitate. La sondele de adîncimi pînă la 1 300 m se folosesc instalaţii T-50, care permit efectuarea unui montaj rapid.

Sondorii au extins mecanizarea operaţiunilor de introducere-extragere a garniturii de foraj, cu ajutorul cleştilor şi penelor automate, au introdus dispozitive de slăbire a paşilor, au aplicat forajul cu jet şi optimizat, metodă care în prezent cuprinde 17% din metrajul total. De asemenea, s-au utilizat sapele cu diamante, cu role, care au contribuit la dublarea metrajului pe sapă.

Pentru scurtarea duratei montajelor, se aplică, la peste 40% din instalaţii, metoda montajului în ciclu şi se folosesc cu succes fundaţiile din prefabricate la peste 50% din sonde, ceea ce are ca rezultat reducerea duratei de montaj de la 31 de zile, cît era în 1967, la 23 de zile.

Piroliza rafinatelor şi a benzinelor medii la regim sever de cracare

D. David, I. Cojocaru
şi M. Georgescu

Comportarea la piroliză a rafinatelor obţinute la extracţia aromatelor din produsul reformării catalitice, precum şi a distilatelor medii hidrofinate din petrol cu conţinut ridicat de izoparafine şi aromate prezintă unele particularităţi faţă de distilatele primare, care sînt utilizate cu precădere în instalaţiile de piroliză a fracţiunilor lichide existente în exploatare la această dată şi care au fost studiate în mod amplu într-o serie largă de lucrări [1, 2, 4, 5]. Din această cauză piroliza acestor fracţiuni a fost mai puţin studiată [3], astfel încît s-a simţit nevoia efectuării unor experimentări care să permită determinarea condiţiilor optime de piroliză a acestor materii prime. Rafinatele de reformare catalitică şi distilatele medii hidrofinate de petrol constituie fracţiunile ce prezintă interes pentru instalaţiile industriale de piroliză.

Caracteristic pentru fracţiunile amintite sînt :

— conţinutul ridicat de izoparafine, circa (60—70%);

— conţinutul relativ ridicat de aromate (10—15%);

— conţinutul redus de sulf (5—20 p.p.m).

Aceste caracteristici imprimă o comportare specifică la piroliză manifestată prin :

— necesitatea operării la regim sever;

— plasarea optimului de etilenă la regim de severitate înaltă;

— formarea în timpul pirolizei a metanului şi a hidrogenului în proporţii relativ mari;

— menţinerea unui conţinut relativ ridicat de propilenă, chiar şi în condiţiile operării la regim de severitate ridicată;

— o tendinţă accentuată de formare a cocsului.

Caracterizarea condiţiilor de piroliză a fracţiunilor lichide cu compoziţie chimică complexă este o operaţie laborioasă, întrucît este influenţată de numeroşi factori ce se referă la natura materiei prime, la caracteristicile constructive ale utilajului, la parametrii tehnologici utilizaţi etc.

Zdonik şi Green au introdus noţiunile de factor de severitate cinetică (KSF) şi timp echivalent (t_{echiv}) [1], care facilitează o caracterizare obiectivă a condiţiilor de piroliză. Cunoaşterea randamentelor în produsele pirolizei şi a temperaturii la ieşirea din cuptor permite determinarea factorului de severitate cinetică şi a timpului echivalent din construcţiile grafice stabilite în lucrarea amintită. Verificarea cu aceste grafice şi relaţii a condiţiilor de lucru şi a randamentelor produselor obţinute la piroliza fracţiunilor de care ne ocupăm a scos în evidenţă dificultăţi importante în stabilirea constantei de severitate cinetică şi, implicit, a timpului echivalent, întrucît randamentele componenţilor rezultaţi prin piroliză, precum şi raporturile dintre diverşi componenţi sînt substanţial diferite faţă de cele avute în vedere la întocmirea lor.

Lucrări mai recente ale specialiştilor germani [3] au pus la dispoziţie o serie de rezultate obţinute în urma unor experimentări de piroliză de rafinate de reformare pe cuptor de laborator sau pe cuptor semiindustrial.

1. Analiza rezultatelor obţinute

În continuare se prezintă rezultatele obţinute în urma efectuării în cuptoare industriale a unui mare număr de experimentări de piroliză a unor rafinate de reformare catalitică şi a unor distilate medii hidrofinate. În tabelele 1 şi 2 s-au înscris randamentele în produse, parametri şi mărimile caracteristice unui număr de 16 teste. Se menţionează că fiecare test constituie o medie a mai multor experimentări efectuate în condiţii apropiate de lucru.

1.1. *Căderea de presiune în zona de radiaţie*

Aceasta este proporţională cu încărcarea gravimetrică a serpentinei şi cu expansiunea moleculară ce are loc în timpul cracării.

Expansiunea moleculară, interpretată ca o măsură a cracării, este raportul dintre numărul de moli de produse obţinute dintr-un mol de materie primă.

Numărul de moli la intrarea şi la ieşirea din serpentină, va fi :

$$\text{La intrare} : \frac{D_b}{M_b} + \frac{D_a}{M_a},$$

TABELA 1

Randamentele în producţie la piroliza fracţiunilor lichide

Nr. crt.	Component	U/M	TEST nr. 1	2	3	4	5	9	10	14	6	7	8	11	12	13	15	16	Observaţii
1	ΣH_2+CH_4	% gr	15,91	17,93	14,83	16,09	15,79	14,35	15,71	13,84	14,81	16,33	19,19	13,09	14,85	14,30	16,73	18,69	
2	C_2H_2	% gr	0,22	0,21	0,11	0,15	0,18	0,17	0,19	0,16	0,27	0,19	0,27	0,13	0,21	0,17	0,42	0,40	
3	$\Sigma C_2+C_2'$	% gr	32,14	30,6	26,92	30,33	30,50	28,31	30,65	27,30	30,05	29,36	34,70	25,70	26,70	26,90	34,8	35,1	
4	C_3H_4	% gr	0,28	0,31	0,18	0,27	0,26	0,23	0,26	0,19	0,29	0,28	0,33	0,17	0,21	0,18	0,46	0,40	
5	$\Sigma C_3+CH_3'$	% gr	19,65	18,68	19,56	21,01	18,41	16,41	17,48	16,06	19,4	18,5	16,43	14,82	15,89	13,79	18,45	17,43	
6	$1-3\ C_4H_6$	% gr	3,86	2,90	2,51	2,35	2,70	4,60	3,51	3,23	4,46	4,16	2,83	3,35	3,55	3,38	3,32	2,62	
7	C_4+C_4'	% gr	6,58	4,91	6,03	5,41	5,30	7,25	5,01	4,73	7,81	6,64	3,86	5,03	4,69	4,20	5,86	3,79	
8	C_5+	% gr	21,46	24,46	29,9	24,4	26,9	28,7	27,2	34,4	23,1	24,5	22,4	37,7	33,8	37,0	20,0	20,5	
9	Ulei	% gr	7,95	8,81	13,6	9,6	10,35	9,3	7,8	6,91	8,1	7,81	7,52	6,18	5,66	6,64	—	—	
10	Greutate moleculară fr. C_5+	Kg / kmol.	100	100	100	100	100	100	100	120	100	100	100	120	120	120	100	100	
11	Greutate moleculară materie primă	kg / kmol	100	100	100	100	100	105	110	130	100	100	100	130	130	130	100	100	

La ieşire : $\varepsilon \frac{D_b}{M_b} + \frac{D_a}{M_a}$,

în care :

D_b este debitul de benzină, kg/h ;
D_a — debitul de abur, kg/h ;
M_b şi M_a — greutăţi moleculare ale benzinei şi ale apei ;
ε — expansiunea moleculară.

Ţinînd seama şi de diferenţele de temperatură şi de presiunea dintre intrarea şi ieşirea din zona de radiaţie se obţine expansiunea totală sau coeficientul de creştere a vitezei în tuburi.

$$Ev = \frac{T_{ir}\, P_{er}}{T_{er}\, P_{ir}} \left(\frac{\frac{D_b}{M_b} + \frac{D_a}{M_a}}{\varepsilon \frac{D_b}{M_b} + \frac{D_a}{M_a}} \right),$$

în care :

T_{ir}, T_{er} reprezintă temperatura de intrare şi de ieşire din radiaţie, °K ;
P_{ir}, P_{er} — presiunea de intrare şi de ieşire din radiaţie, ata.

Pentru caracterizarea regimului de circulaţie în ţevi s-a introdus noţiunea de factor de frecare complex şi factor de frecare specific, raportat la unitatea de lungime a tubului.

$$\overline{FF_c = V_M \cdot \varepsilon \cdot L}$$

$$\overline{FF_s = V_M\, E_v}$$

în care V_M este viteza masică prin tub, kg/m².s.

Aceste mărimi influenţează direct căderea de presiune din zona de radiaţie. În figura 1 se arată dependenţa căderii de presiune în zona de radiaţie, funcţie de factorul de frecare (complex şi specific). Se observă că densitatea materiei prime influenţează această dependenţă. Cunoscînd căderea de presiune în zona de radiaţie şi densitatea materiei prime, se pot determina cu ajutorul graficului din figura 1, expansiunea moleculară ε şi coeficientul de expansiune totală E_v, mărimi necesare pentru aprecierea gradului de cracare a materiei prime şi apropierea de regimul optim de piroliză.

1.2. *Severitatea procesului de piroliză*

Conversia materiei prime la produse de reacţie în procesul de piroliză parcurge două etape. În prima etapă au loc reacţiile de descompunere a materiei prime prin mecanismele reacţiilor cu radicali liberi, rezultînd hidrogen, metan şi

Centralizarea şi calculul parametrilor şi mărimilor caracteristice la piroliza produselor lichide

Nr. crt.	Denumirea parametrilor	Simbol	U/M	TEST Nr.																Observaţii
				1	2	3	4	5	9	10	14	6	7	8	11	12	13	15	16	
1	Greutatea specifică a benzinei materiei prime	γbz	g/ml	0,703	0,69	0,700	0,698	0,703	0,716	0,721	0,770	0,705	0,703	0,705	0,773	0,752	0,774	0,710	0,710	
2	Greutatea specifică a condensului efluent	γe	g/ml	0,859	0,883	0,886	0,850	0,867	0,862	0,871	0,887	0,852	0,861	0,896	0,881	0,884	0,897	0,884	0,895	
3	Temperatura de intrare în radiaţie	*Tir*	°C	481	493	469	476,5	495	503	511	461	500	516	545	502	512	517	558	539	
4	Temperatura de ieşire din radiaţie	*Ter*	°C	822	831	831	842,5	849	851	860	811	822	831	851	809	819	829	240	850	
5	Presiunea la intrarea în radiaţie	*Pir*	ata	5,18	5,17	5,70	5,70	5,75	5,70	5,80	4,97	3,93	4,11	4,19	4,35	4,43	4,53	4,26	4,51	
6	Presiunea la ieşirea din radiaţie	*Per*	ata	2,43	2,39	2,47	2,47	2,46	2,45	2,45	2,44	2,31	2,38	2,43	2,85	2,85	2,70	2,36	2,40	
7	Căderea de presiune în radiaţie	ΔPr	atm	2,75	2,78	3,23	3,23	3,29	3,25	3,35	2,53	1,62	1,73	1,76	1,50	1,58	1,83	1,60	1,75	
8	Timpul mediu de şedere în tuburi	*tm*	s	0,633	0,615	0,572	0,560	0,540	0,535	0,535	0,64	0,428	0,436	0,423	0,51	0,50	0,48	0,438	0,45	
9	Coeficient de creştere a vitezei în tub	Σv	—	4,62	4,68	5,07	5,23	5,11	5,06	5,10	4,36	3,55	3,57	3,65	3,03	3,13	3,36	3,51	3,86	
10	Factor de frecare complex. 10^{-3}	*F.F.c.*	$\frac{kg}{m \cdot s}$	48,2	48,95	51,95	54,65	56,50	57,00	61,00	57,50	33,70	33,85	36,02	40,30	43,20	47,70	32,0	33,20	
11	Factor de frecare specific	*F.F.s.*	$\frac{kg}{m^2 \cdot s}$	710	717	907	929	929	925	938	692	533	536	547	482	491	541	522	530	
12	Coeficient de expansie molară	Σm	—	3,37	3,43	3,12	3,31	3,35	3,36	3,60	3,94	3,23	3,32	3,63	3,73	4	3,89	3,26	3,64	
13	Factor de severitate	*KFS*	—	2,3	2	1,6	1,9	2	1,7	2	1,5	1,9	2	3,5	1,5	1,6	1,7	2,6	3,8	
14	Timp echivalent de şedere	$\theta ech.$	s	0,15	0,11	0,09	0,08	0,007	0,06	0,06	0,11	0,13	0,14	0,12	0,14	0,11	0,09	0,11	0,14	
15	Factor de cracare	*F.c.*	—	37,4	48,9	39,1	52,8	60,7	63,3	76,8	29,2	34,3	43,7	70,6	24,7	33,5	44,5	57	76,5	
16	Factor de etilenă	*F.e.*	—	23,66	29,1	25	33,9	42,2	40,3	47,2	17,5	33,9	42	56,8	18,65	27,1	33,2	51	73,7	

olefine de la etilenă pînă la olefina imediat inferioară hidrocarburii supuse pirolizei.

În a doua etapă au loc reacţiile secundare:

— piroliza compuşilor olefinici formaţi în prima etapă la olefine inferioare;

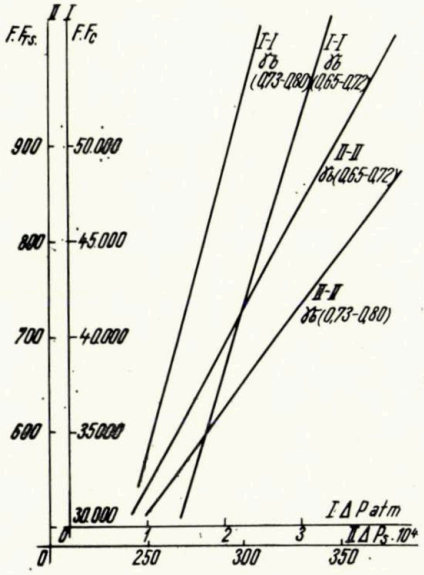


Fig 1. I. Variaţia căderii de presiune în zona de reacţie în funcţie de factorul de frecare complex; *II*. Variaţia căderii de presiune specifice în funcţie de factorul de frecare specific.

— transformarea unei părţi din olefinele formate în etapa întîi prin reacţii de hidrogenare şi dehidrogenare la parafine, diolefine şi acetilene;

— reacţii între două sau mai multe fragmente mici, pentru a produce molecule mai stabile ca aromatele, ciclodiolefinele etc.

Pe măsură ce temperatura creşte, conversia reactantului primar creşte şi importanţa reacţiilor secundare devine tot mai mare, ca urmare a creşterii presiunilor parţiale ale produselor rezultate în prima etapă (reacţii de ordinul I).

La piroliza fracţiunilor lichide, în apropierea ieşirii din zona de radiaţie au loc aproape în exclusivitate reacţii secundare.

1.2.1. *Factorul de cracare*

Pentru aprecierea gradului de cracare şi a ilustrării influenţei specifice a diferitelor mărimi ce sînt implicate în procesul de piroliză, s-a introdus factorul de cracare *F.c.*, definit astfel:

$$F.c. = \frac{L^{1/3}\,(750 - Ter)^2\,\gamma_e\,\gamma_b}{d.\ \mathrm{Db}\,(1 + R)},$$

în care:

L este lungimea serpentinei reactorului, m;
d — diametrul tuburilor, m;
T_{er} — temperatura de ieşire din reactor;
γ_e — greutatea specifică a condensatului obţinut la răcirea efluentului gazos din reactor la + 20°C;
γ_b — greutatea specifică a materiei prime la 15°C;
Db — debitul de materie primă;
R — raportul gravimetric abur/mat. primă.

În acest fel factorul de cracare ţine seama de principalii parametri care sînt implicaţi în procesul de piroliză şi care pot fi măsuraţi cu uşurinţă.

1.2.1.1. *Variaţia randamentelor produselor de piroliză cu factorul de cracare*

În figurile 2 şi 3 se arată variaţia randamentelor produselor de piroliză cu factorul de cracare *F.c.*

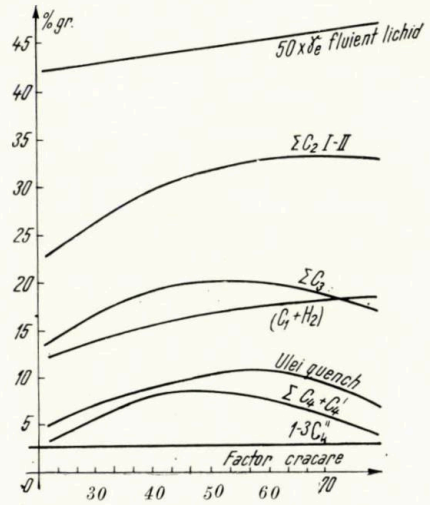


Fig. 2. Variaţia randamentului şi caracteristicilor produselor pirolizei în funcţie de factorul de cracare.

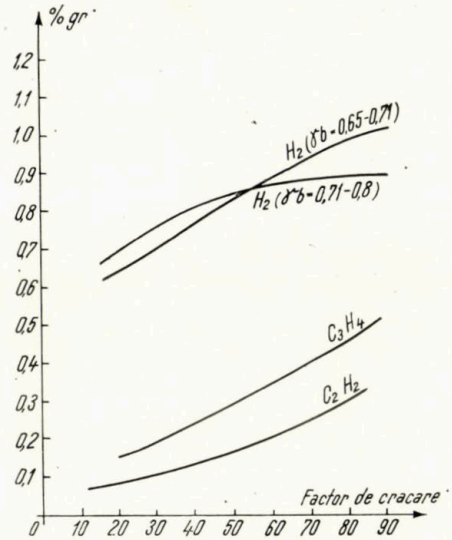


Fig. 3. Variaţia randamentului hidrogenului şi acetilenelor în funcţie de factorul de cracare.

Se pot distinge trei domenii de cracare, funcţie de valoarea factorului *F.c.*:

a) Pînă la valori ale lui *F.c.* = 15.

Este domeniul reacţiilor de ordinul 1 în care au loc în principal reacţiile de descompu-

nere a materiei prime și apariția radicalilor liberi ai produșilor intermediari.

b) Domeniul $15 \leqslant F.c. \leqslant 50$.

Este domeniul în care vitezele de reacție a formării propilenei și butenelor sînt în creștere, aceste produse atingînd maximul de randament. Este în creștere, de asemenea, formarea hidrogenului, a metanului și a etilenei.

Începe formarea acetilenelor și a dienelor.

În tot acest interval, butadiena formată este în creștere ușoară.

Greutatea specifică a condensatului obținut la răcirea efluentului gazos la ieșirea din reactor crește pe măsură ce este în creștere și formarea de ulei quench.

c) Domeniul $F.c. > 50$.

Materia primă se poate considera în mare parte descompusă. Este în domeniul reacțiilor secundare.

Pentru materiile prime mai grele (mai sărace în hidrogen), creșterea randamentului hidrogenului se atenuează mult ($F.c. \approx 60$), în timp ce pentru materiile prime mai ușoare randamentul de hidrogen crește în continuare, accentuat, atenuarea creșterii avînd loc pentru acestea la $F.c. \approx 85$.

Această comportare este legată desigur de epuizarea produselor mai puțin stabile, care constituie sursa de hidrogen.

Formarea etilenei crește în continuare, dar panta curbei scade continuu, apropiindu-se de un palier maxim la F.c. ≈ 75.

Butenele și propilena sînt în scădere, ca urmare a descompunerii și a polimerizărilor.

După ce atinge un maxim la $F.c. \approx 60$, uleiul quench, scade ușor în continuare o dată cu creșterea lui $F.c.$

Formarea acetilenelor se accentuează, panta curbelor lor crescînd mereu.

1.2.1.2. *Corelații ale factorului de cracare cu alți parametri ai pirolizei*

În figura 4 s-au trasat o serie de corelații între factorul de cracare $F.c.$ și temperatura de ieșire din serpentină (T_{er}), factorul de severitate cinetică (KSF) și diferența dintre greutățile specifice ale efluentului condensat și a materiei prime ($\gamma_e - \gamma_b$).

Se remarcă dependența aproximativ liniară a lui KFS de $F.c.$, ceea ce pune la dispoziție un procedeu comod de determinare a acestui factor important pentru caracterizarea severității procesului de piroliză.

Se remarcă, de asemenea, limitarea creșterii lui $F.c.$ peste granița lui 85 (corespunzător lui $KFS \approx 4$ și temperaturii $T_{er} \approx 870°C$) din considerente de ordin practic, cum ar fi limita de rezistență a materialelor de construcție a cuptorului de piroliză.

În ceea ce privește valoarea greutății specifice a condensatului din efluentul din reac-

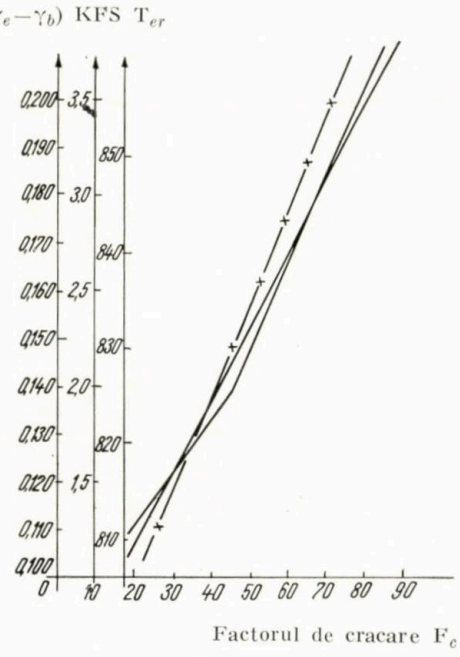


Fig. 4. Corelații între factorul de cracare și alte mărimi implicate în procesul de piroliză.

tor, se menționează că γ_e nu trebuie să fie crescut peste circa 0,915 g/ml, indiferent de greutatea specifică a materiei prime, întrucît, se trece în domeniul formării intense de cocs, ceea ce limitează economic funcționarea instalației.

1.2.1.3. *Lungimea tubului și timpul mediu de ședere*

Operarea pe cuptoare cu lungimea diferită a tuburilor a permis determinarea influenței acestei mărimi asupra factorului de cracare și a timpului de ședere în reactor.

Se constată că se poate obține același factor de cracare (deci aceeași severitate a cracării) cu diverse lungimi ale tubului, dar cu diverși timpi de staționare în reactor.

Variațiile de debit influențează puțin timpul de ședere în zona de reacție, lungimea tubului fiind aceea care are rol determinant.

1.2.2. *Factorul de etilenă*

Formarea etilenei este influențată, în general, de aceleași mărimi care intră în componența factorului de cracare, dar sensurile și amploarea cu care acționează sînt altele. Pe baza datelor din experimentări, prin analiză statistică s-a ajuns la definirea unui factor de etilenă.

$$F.e. = 10^2 \frac{(750 - T_{er})^2 \gamma_e^2 R.d}{L^{1/3} Db^{1/2} \gamma_b^2 P_{er} \cdot \Delta P_r^{1/3}}$$

în care: ΔP_r este căderea de presiune în radiație.

Se constată o bună corelare între variația factorului de etilenă și variațiile randamentelor produselor pirolizei, ceea ce este ilustrat în

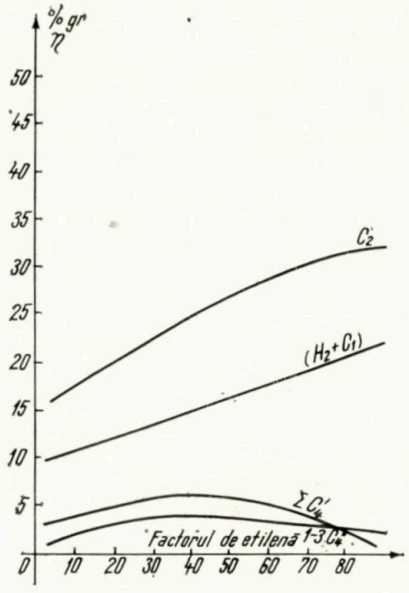


Fig. 5. Variația randamentului produselor pirolizei cu factorul de etilenă.

figura 5. De aici rezidă și importanța utilizării acestui factor (ușor de calculat din măsurători simple pe cuptorul de piroliză) pentru prevederea randamentelor principalelor produse rezultate la piroliză și, în special, a etilenei.

Factorul de etilenă, ca o măsură a cracării, ține seama de condițiile ce favorizează apariția și păstrarea nealterată a etilenei în tubul reactorului de piroliză.

În figura 6 sînt redate grafic o serie de corelații între factorul de etilenă și alte mărimi implicate în procesul de piroliză. Se observă o proporționalitate relativ regulată între acest factor și factorul de severitate cinetică (KFS), temperatura de ieșire din reactor (T_{er}) și creșterea densității fazei lichide din efluentul de la piroliză ($\gamma_e - \gamma_b$).

Și acest factor poate fi utilizat în calculele de proiectare sau în analiza tehnologică a

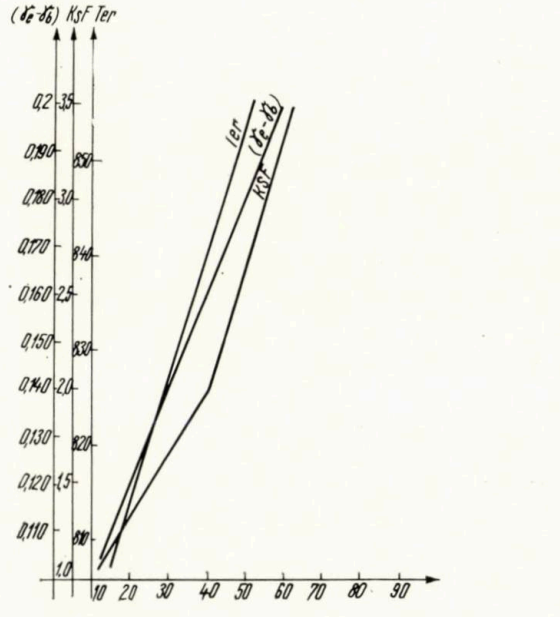


Fig. 6. Corelații între factorul de etilenă și alte mărimi implicate în procesul de piroliză

instalațiilor ce prelucrează materii prime de natura celor cu care s-a operat în lucrarea de față.

2. Concluzii

2.1. Comportarea la piroliză a rafinatelor de la reformarea catalitică și a distilatelor medii hidrofinate cu caracter intens izoparafinic și aromatic se deosebește de comportarea distilatelor ușoare sau a altor fracțiuni cu caracter normal parafinic și cu conținut scăzut de hidrocarburi aromatice prin următoarele elemente importante:

2.1.1. Necesitatea operării la temperaturi ridicate pentru atingerea unui grad de conversie avansat, 830—850°C.

2.1.2. Optimul de etilenă se plasează la un regim termic sever, în apropierea limitei maxime admise ($F.e. \approx 60$; $F.e. \approx 70$; KSF $\approx 3{,}5$).

2.1.3. Efluentul de la piroliză are un conținut relativ ridicat de propilenă, iar randamentul în propilenă scade mai încet cu temperatura la regimurile severe de lucru decît în cazul pirolizei altor fracțiuni.

2.1.4. Se obţin randamente ridicate de metan şi hidrogen, ce are ca sursă proporţia mare de izoparafine existente în materia primă.

2.1.5. Regimul sever de operare impus de caracterul materiei prime favorizează formarea şi depunerea de cocs pe utilajele aferente procesului de piroliză.

2.2. Reducerea lungimii tuburilor impune o creştere a temperaturii de ieşire din reactor pentru atingerea aceleiaşi conversii. Acest fapt este ilustrat de necesitatea creşterii cu 7°C a temperaturii de ieşire pentru fiecare 10% reducere a lungimii tubului.

2.3. Reducerea lungimii tubului şi creşterea temperaturii de ieşire din reactor conduc la menţinerea severităţii cracării la timpi de staţionare mai reduşi, ceea ce are următoarele efecte :

2.3.1. Se evită reacţiile secundare de consumare a etilenei (prin polimerizare, condensare, descompunere) şi creşte randamentul acestei substanţe.

2.3.2. Se reduce proporţia de compuşi C_{5+}, care se crachează în mai mare măsură o dată cu creşterea gradului de nesaturare a acestei fracţiuni şi constituie sursa creşterii randamentului în etilenă, hidrogen şi metan.

2.3.3. Cresc randamentele în metan şi hidrogen paralel cu scăderea randamentului fracţiunii C_{5+}.

2.3.4. Fracţiunea C_{5+}, redusă cantitativ, devine mult mai bogată în hidrocarburi aromatice.

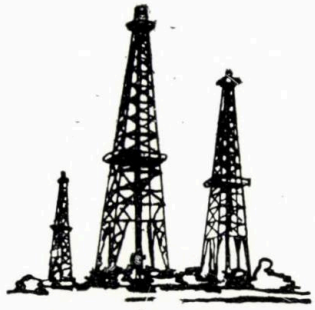
Paralel creşte substanţial ponderea benzenului în totalul de hidrocarburi aromatice.

2.3.5. La aceeaşi densitate condensul separat la răcirea efluentului de la piroliză conţine mai multe hidrocarburi aromate şi în special benzen, decît în cazul pirolizei cu tub lung la temperatură mai scăzută.

2.4. Rafinatele de la reformarea catalitică şi distilatele medii hidrofinate pot constitui o bună bază de materii prime pentru piroliză în vederea obţinerii de olefine şi aromate.

BIBLIOGRAFIE

1. Zdonik şi Green. Etilena în lume. În : Oil, Gas J., serie 20, articole între 1967—1970.
2. Eisenlohr, K. H., Naumburg, K. şi Zengel, H. G. În : Erdöl und Kohle, 20 ian. 1967, p. 82.
3. Naumburg, K. Comunicare la a 12-a Conferinţă de prelucrare a petrolului. Bratislava, sept. 1968.
4. *** În : Oil, Gas J., **65**, iul. 1967.
5. *** Economies of Gasoil Pyrolysis. Comunicare prezentată de firma „Stone et Webster" la a 64-a întrunire naţională a Institutului American de inginerie chimică. New Orleans, Louisiana, mart. 1969.
6. Vendel Illes ş.a. În : Erdöl und Kohle, nr. 4, 1969.
7. Kitzen, M. R. ş.a. În : Chem. Eng. Progr. nr. 7, 1969.



CRONICĂ

Centenarul nașterii lui Gh. M. Murgoci, mare geolog petrolist

Lăudabila acțiune a UNESCO, pentru comemorarea unui veac de la nașterea lui Gh. M. MURGOCI, umple sufletele de bucurie și mîndrie națională, tuturor românilor.

Acest mare savant de renume mondial a fost feciorul unor oameni simpli, care se îndeletniceau cu străvechiul meșteșug românesc, păstoritul.

Fiu al lui Radu Manolache, oier mărginean de origine, stabilit în Bisoca și al Iustinei Olteanu din Dîrste — Brașov, Gh. M. Murgoci s-a născut într-o căruță lîngă Măcin, unde părinții mergeau cu turma după pășuni mai bune.

Talent multilateral, desenator și muzician, dotat cu o intuiție genială, Gh. M. Murgoci va reuși prin concepția sa originală asupra structurii Carpaților Meridionali să se înscrie printre marile figuri ale geologiei universale. Gh. M. Murgoci se va dovedi un om superior, modest, plin de bunătate, nefiindu-i cunoscută nici dușmănia, nici răzbunarea, suferind totodată nedreptățile regimului în care a trăit și a murit.

După studii secundare la liceul ,,Nicolae Bălcescu'' din Brăila, unde își uimea colegii prin ușurința și originalitatea rezolvării problemelor de fizică și matematică, se înscrie la Școala Normală superioară și apoi la Secția de fizico-chimice a Universității din București.

Ca tînăr fizician a lucrat ca asistent pe lîngă catedra de fizică a profesorului Negreanu și poate că și astăzi, în plină revoluție tehnico-științifică a fizicii, numele lui Murgoci ar fi fost pomenit în legătură cu mari descoperiri, dacă dragostea de natură și îndemnurile profesorului L. Mrazed, nu l-ar fi apropiat de mineralogie și petrografie, ramuri minunate ale geologiei.

Cu sprijinul acestui mare savant, pleacă la Viena, unde studiază pentru doctorat cu profesorii Tchermak, Becke și Berwerth, iar după aceia la München, unde își continuă studiile cu profesorii Groth și Weinschenk, obținînd în anul 1900 titlul de doctor în științe, cu distincție. După aceste studii strălucite, Murgoci se întoarce în țară în anul 1901 și după un an este numit profesor de științe naturale, geografie și fizică la Liceul ,,Petru și Pavel'' din Ploiești, fiind avansat totodată șef de lucrări la Universitatea din București.

Lecțiile lui Murgoci ținute la liceu și universitate au rămas adînc întipărite în inima și mintea elevilor și studenților, prin patriotismul și dragostea de muncă și de cunoaștere pe care le-o insufla strălucitul profesor.

După o nouă călătorie de studii în străinătate, în anul 1903, Murgoci se reîntoarce în țară și își ia examenul de docent al Universității din București, primul titlu de acest fel acordat atunci, după care este numit docent de zăcăminte de minereuri și de știința solurilor, suplinind totodată pe profesorul L. Mrazec timp de un an.

Activitatea sa didactică a continuat pînă în anul 1908, la liceul din Ploiești și apoi la liceul Gh. Lazăr din București, iar la universitate, la Facultatea de Farmacie.

Această activitate didactică, întreruptă doar de călătoria sa în America, este încununată de numirea în anul 1908 ca profesor de geologie la Școala Națională de poduri și șosele, transformată în anul 1920 în Școala Politehnică din București, unde a predat Mineralogia și Petrografia la Secția de mine.

Călătorind în toată lumea, în dorința sa de cunoaștere și perfecțiune, Gh. M. Murgoci a străbătut Europa și Rusia, pînă în Scandinavia și insulele Mediteranei, a ajuns în Asia și apoi în America, unde a lucrat cu profesorul Hillgard.

Participînd la marile congrese internaționale de geologie, Gh. M. Murgoci înființează în anul 1962, împreună cu geologii Radim Kettner (Cehoslovacia), Jan Novak (Polonia) și V. Petcovici (Jugoslavia), Asociația geologică carpatică. În activitatea de cooperare internațională, lucrează și în domeniul pedologiei, unde este recunoscut ca o mare autoritate europeană.

După o muncă istovitoare în Carpații Meridionali, străbătuți de la Lotru pînă la Dunăre, Gh. M. Murgoci expune în 1905, sub forma a trei note, trimise Academiei de Științe din Paris, concepția în pînză de șariaj a structurii Carpaților Meridionali, lucrare ce îl așează în rîndul marilor tectonicieni europeni, care au lucrat în aceiași concepție, alături de Bertrand, Argand și Lugeon, P. Termier, Steinmann, Uhlig și Limanowski. În forma cea mai desăvîrșită, Murgoci prezintă în limba engleză, la Congresul Internațional de geologie de la Stockolm, lucrarea sa magistrală ,,Sinteza geologică a Carpaților de S''. Studiile de detaliu făcute în perioada dintre cele două războaie, în Carpații Meridionali, de geologi români și străini, au confirmat strălucita sa concepție.

Dintre operele de căpetenie ale lui Gh. M. Murgoci, trebuie menționată lucrarea în care sînt cuprinse cercetările geologice în Dobrogea nordică, în care această unitate structurală majoră este privită într-o lumină complet nouă, în raport cu unitățile învecinate.

În afară de studiile sale de mare valoare în domeniul pedologiei, Gh. M. Murgoci a lucrat și în geologia petrolului, obținînd rezultate extrem de valoroase. Primele mențiuni asupra posibilităților existenței petrolului în sedimentarul țării noastre, făcute de Murgoci, se găsesc în admirabila sa lucrare de sinteză geologică regională ,,Terțiarul Olteniei'' elaborată la cererea Ministerului Agriculturii și Industriei din țara noastră și care poate fi considerată și astăzi ca o lucrare de bază a acestei regiuni. Aici autorul acordă o deosebită atenție petrolului de pe structura Bălteni, întocmind o lucrarea prezentată în limba germană, la cel de al III-lea Congres internațional al petrolului de la București (1907).

În Muntenia lucrările lui Murgoci se concentrează asupra structurii Florești, care este cercetată în mod foarte original prin metoda geomorfologică, observînd micile depresiuni de la Vest de gara Băicoi, formate prin dizolvarea sării sub depozitele terasei Prahovei. Existența acestei sări pe care Murgoci o leagă direcțional cu marele masiv Băicoi — Țintea, a fost confirmată ulterior de sonde, dovedindu-se astfel încă odată ascuțitul spirit de observație al acestui mare geolog.

În platforma moesică activitatea petrolieră a lui Murgoci este legată de interpretarea geologică a forajului de la Mărculești, în care pentru prima dată semnalează indicațiile de petrol din Sarmațian, legate de eventuale zăcăminte fapt confirmat de sonde abia în zilele noastre.

Alte studii regionale întreprinse în regiunile petrolifere se referă la structurile Govora, Băicoi-Țintea, Florești (1925) și Bușteni. Gh. M. Murgoci a fost singurul geolog român care s-a opus părăsirii șantierului Bușteni, insistînd asupra explorării în adîncime a structurii.

Gh. M. Murgoci nu a fost numai un mare geolog petrolist, dar și un mare apărător al drepturilor țării noastre în industria petrolieră internațională luptînd pentru ca petrolul să rămînă un bun al poporului român.

Pentru a informa pe specialiștii români, Gh. M. Murgoci a înființat în anul 1908 ,,Revue de Pétrole'', care a apărut timp de 5 ani. Această revistă a constituit o tribună de luptă pentru apărarea bogăției naționale, care era petrolul românesc. El susținea că ,,O industrie, ca să fie cu adevărat națională, trebuie să fie spre folosul și dezvoltarea Statului Român, spre mărirea și punerea în valoare a avuției naționale, spre îndestularea trebuințelor poporului român.''

Prin felul său de a gîndi în privința folosirii bogățiilor naturale, Murgoci rămîne un vizionar, anticipînd viitorul, deoarece el consideră că ,,trebuie să facem așa ca industria din România să fie spre folosul tuturor.''

Acest mod de gîndire și de simțire îl așează pe Gh. M. Murgoci în rîndul marilor oameni de știință din țara noastră, constituind un exemplu pentru generațiile care vor urma.

COLOCVIU DE TEORIA FILTRAȚIEI

În zilele de 23 și 24 aprilie 1972 a avut loc la Cîmpina primul Colocviu național de „Teoria filtrației", organizat de Societatea de științe matematice din R.S.R. și subfiliala Cîmpina, în colaborare cu Comisia de ingineri și tehnicieni din cadrul Institutului de cercetări și proiectări tehnologice pentru industria extractivă de țiței și gaze-Cîmpina.

La deschiderea lucrărilor au luat cuvîntul tov. prof. Maria Ștefănescu, președinta subfilialei de matematică-Cîmpina, tov. Ion Popa, secretarul Comitetului orășenesc al P.C.R.-Cîmpina, tov. dr. ing. Gheorghe Aldea, director general al Institutului din Cîmpina și tov. acad. Caius Iacob, vicepreședinte al Societății de matematică din R.S.R., conducătorul colocviului.

Au participat la dezbateri peste 100 de specialiști în matematică-mecanică și teoria filtrației, reprezentanți ai centrelor universitare din țară: București, Timișoara, Iași, Ploiești, Craiova, Pitești, și al institutelor de cercetare și proiectare care au în obiectiv probleme specifice curgerii prin medii poroase, din București, Ploiești, Cîmpina.

Primul referat, prezentat de tov. dr. ing. Ion Lari, din cadrul Institutului de cercetări și proiectări tehnologice pentru industria extractivă de țiței și gaze-Cîmpina a avut ca temă: „Aspectul cuantic al mișcării fluidelor în medii discontinue".

Combinînd aspectul teoretic fundamental cu cel aplicativ, imprimat de distribuția deuteriului în anumite formațiuni geologice cercetate, autorul a reușit să evidențieze utilitatea și să obțină aprecierea unanimă asupra lucrării.

Tov. prof. dr. Vasile Ionescu, de la Universitatea din Craiova, a vorbit despre: „Influența temperaturii în dislocuirea fluidelor în medii poroase". Avînd aplicabilitate în curgerea prin formațiuni situate la mari adîncimi în subteran, expunerea a prezentat interes, în special pentru inginerii și cercetătorii specialiști în această problemă.

Următorul referat, expus de tov. conf. dr. Sorin Gogonea, de la Universitatea din București, a avut ca subiect: „Teorema cercului și extinderea ei în teoria filtrației". Aspectul teoretic fundamental al referatului a imprimat incontestabila valoare a lucrării.

Penultimul referat, prezentat de tov. dr. Horia Ene, de la Institutul de matematică — București, a tratat despre: „Principii de reciprocitate pentru medii poroase neomogene". Plecînd de la ipoteza existenței unor niveluri egale în trei și patru sonde dispuse în același panou autorul a elaborat o teorie interesantă de reciprocitate în medii poroase neomogene.

Prima zi a colocviului a fost încheiată cu lucrarea: „Asupra unei generalizări a problemei lui Dirichlet, cu aplicații în hidrodinamica subterană", susținut de tov. dr. Dorel Homentcovschi, de la Institutul politehnic-Timișoara.

În ziua de 24 aprilie 1972 lucrările au continuat cu referatul tov. ing. Ion David, de la Institutul politehnic din Timișoara intitulat: „Asupra reprezentării complexe pentru cîteva mișcări prin medii poroase cu aplicații în studiul captărilor subterane". Tratînd o problemă de actualitate, expunerea s-a bucurat de un deosebit interes.

Dr. Adelina Georgescu, de la Institutul de matematică-București, a susținut lucrarea: „O teoremă de tipul Squire pentru mișcări în medii poroase". Interpretarea dată problemei tratate a stîrnit interesul participanților și a adus aprecieri pentru modul de abordare a ei.

Tov. ing. V. Zevedei, de la Institutul de construcții-București, a prezentat: „O metodă de aproximație pentru mișcări în medii de tipul II". Avînd un caracter fundamental, problema a constituit un subiect de discuții, care au adus autorului aprecierile celor prezenți la colocviu.

În continuarea referatelor tov. prof. dr. doc. Ștefan Gheorghiță, de la Universitatea-București, a tratat despre: „Mișcarea fluidelor viscoplastice în medii poroase". Înaltul nivel științific de abordare a problemei și modul de interpretare a curgerii fluidelor viscoplastice în medii poroase a adus autorului unanime elogii.

Lucrarea tov. prof. Gheorghe Petrescu de la Institutul pedagogic din Pitești, prezentată de tov. dr. Horia Ene, a fost intitulată: „Aplicarea metodei de reprezentare prin sumare în mișcări în medii poroase neomogene de tipul I". Modul interesant de finalizare a lucrării a dus la incontestabila valoare a referatului expus.

Ultimul referat, al tov. cercetător Viorel Popescu, de la Institutul de cercetări și proiectări tehnologice pentru industria extractivă de țiței și gaze-Cîmpina, a tratat despre: "Folosirea calculatoarelor în mișcări în medii poroase". Evidențiind necesitatea realizării lucrărilor aplicative în timp scurt, autorul reușește să soluționeze anumite probleme de mișcări în medii poroase cu ajutorul mașinilor electronice de calculat pe baza algoritmului de calcul și programarea în Fortran.

În încheierea colocviului, conducătorul lucrărilor, tov. acad. Caius Iacob, a apreciat ca pozitivă colaborarea realizată între Societatea de științe matematice din R.S.R. și institutele interesate în problema curgerii prin medii poroase. De asemenea, s-a arătat că acest mod de conlucrare a fost extrem de util, atît în ceea ce privește soluționarea aspectelor aplicative, cît și a celor teoretice fundamentale.

★

RUMAILA NORD, zăcămînt de petrol de mare importanță, situat în sudul Irakului, a fost pus în exploatare oficială la 8 aprilie 1972. Momentul a fost marcat de festivități ce au avut loc la Rumaila în prezența unor delegații din U.R.S.S., R.P. Chineză, R.P. Ungară, R.D. Germană, R.P.D. Coreeană, Japonia, Franța, Anglia, Spania, Italia, Nigeria, Arabia Saudită, Kuwait, Abu Dhabi ș.a.

Ca invitați, a fost prezentă de asemenea o delegație oficială din R.S. România reprezentînd Ministerul Minelor, Petrolului și Geologiei.

Cu privire la zăcămîntul Rumaila nord, datele tehnico-economice mai importante arată următoarele:

Structura are o dimensiune de aproximativ 36 × 12 km și au fost săpate pînă în prezent 12 sonde. Adîncimea medie a sondelor este cuprinsă între 3 100 și 3 200 m pentru obiectivul ce se exploatează în prezent — cretacicul inferior — durata forajului pentru o sondă fiind de aproximativ 65 zile.

În construcția sondelor se utilizează profilul de coloane $13^3/_8$, $9^5/_8$ și 7" ($6^5/_8$), pentru consolidarea primelor două coloane folosindu-se ciment local produs la Fabrica Rafidain din Bagdad, de tip Portland HSR5 (High Sulphate Resistance), iar pentru coloana de exploatare, ciment din import — italian.

Capacitatea de producție anuală a zăcămîntului la nivelul anului 1972, prin cele 12 sonde, este de 5 mil. t, dar se prevede creșterea la 18 mil. t în 1974, cînd numărul sondelor va ajunge la 29.

O stație în cinci trepte de separare cu o capacitate de 5 mil. t/an asigură separarea gazelor de țiței.

Stocajul țițeiului se face în patru rezervoare de cîte 10 000 m³ capacitate, iar printr-o conductă cu diametrul 28", în lungime de 138 km se leagă Rumaila de portul Fao, din Golful Persic, prin care se evacuează țițeiul la export. Capacitatea conductei este de 18 mil. t/an.

Terminalul de încărcare din portul Fao deține un parc de 8 rezervoare de cîte 20 000 m³ fiecare, plus toate facilitățile necesare.

Proiectul Rumaila nord a fost realizat pe bază de contracte de servicii între INOC și Chemocomplex Budapesta, pentru primele patru foraje executate și, în continuare, pentru restul lucrărilor cu Mașinexport Moscova.

Valoarea de pînă în prezent a investițiilor se ridică la 12 mil. dinari irakieni (cca. 36 mil. $).

Importanța economică acordată punerii în exploatare a zăcămîntului Rumaila nord, rezultată din nivelul însemnat al producției ce se realizează, este însoțită în același timp și de o semnificație politică.

Într-adevăr, Rumaila nord reprezintă primul zăcămînt din Irak deschis și exploatat în întregime de către stat prin INOC. De altfel, declarațiile făcute de ministrul Petrolului și Mineralelor, arată că prin INOC și în baza unor acorduri încheiate cu țări prietene, se prevede dezvoltarea lucrărilor de prospecțiune, explorare și exploatare a țițeiului pe întreaga suprafață de perspectivă a Irakului, iar producția rezultată să constituie bază de plată pentru investițiile necesare unor proiecte de dezvoltare economică a țării.

DOCUMENTARE

* * * **Noi descoperiri în regiunea Arctică a Canadei.** În : Petroleum Press Service, **XXXIX**, nr. 4, 1972.

Optimismul în ceea ce privește potențialul de petrol și de gaze în extremul nord a crescut considerabil prin descoperirea de țiței de către societatea Panarctic în sonda Romulus C-42 din insula Ellesmere din vecinătatea peninsulei Fosheim. Gulf-Mobil au anunțat, de asemenea, că sondele de explorare de la Parsons Lake pe continent în regiunea deltei fluviului MacKenzie au dat gaze și condensate.

Importanța descoperirii lui Panarctic, chiar dacă nu va fi comercializabilă, este aceea că este prima descoperire de țiței în insulele arctice ; primele trei descoperiri în insulele Melville, King Cristian și Ellef Ringnes au fost de gaze naturale. De asemenea, faptul că țițeiul a fost descoperit pe cea mai orientală insulă face posibil transportul lui prin vase petroliere pînă în Oceanul Atlantic. Sonda a fost forată pînă la o adîncime de 3425 picioare în momentul testului și țițeiul cu un conținut redus de sulf, cu o densitate de 28,6° APJ are un punct de congelare de — 60°F. Forarea va fi continuată pînă la o adîncime de 12 000 picioare.

Importanța sondei de la Parsons Lake Ko9, în regiunea deltei fluviului MacKenzie, care a dat gaze naturale și condensate, este mărită prin apropierea ei de Inuvik (45 mile), adică de alte zăcăminte de gaze naturale din această regiune descoperite de Imperial, care speră să găsească peste 2 milioane barile de petrol recuperabil și 15 trilioane de picioare cubice de gaze naturale în regiunea Bazinului lui Beaufort. Acest nivel constituie rezervele minime necesare pentru care ar fi rentabilă conducta de 42'' diametru pînă la piețele de consum american.

J. L. Kennedy : **Sonda care a doborît recordul de adîncime.** În : The Oil Gas, **70**, 20 mart. 1972.

Sonda de explorare Baden săpată de societatea Lone Star Producing Co în Oklahoma de vest a atins adîncimea record de 9159,24 m (30 050 ft). Pe lîngă faptul că este cea mai adîncă sondă din lume a mai stabilit și alte recorduri.

Cea mai lungă coloană de 20 in — 1 463 m.

Coloana de 13/8 in introdusă de la suprafață la 4 696 m.

Cea mai lungă coloană pierdută de 9 5/8 in de la 4 540— 7 100 m.

Instrumentația executată la adîncimea cea mai mare — 7 545 m.

Sonda a fost săpată în 543 zile și costul estimat este de 6 mil. dolari.

Forajul sondei s-a realizat conform planului. Adîncimea la care fusese proiectată inițial (28 000 ft = 8 534 m).

Proiectul inițial, pe parcursul aplicării lui, a fost puțin modificat. O schimbare a fost aceea de înlocuire a oțelului SOO — 90, la coloana de producție de 5 in cu oțel V-150. O problemă deosebită a fost instrumentația ce a avut loc la adîncimea de 7545 — datorită defectării agățătorului de la coloana pierdută de 9 5/8 in. Din această cauză a fost necesar să se recimenteze linerul. Cînd s-a reluat forajul, noroiul s-a gazeificat și gaura s-a dărîmat sub coloana de 9 5/8 in și a prins prăjinile. A fost necesar să se spele deasupra unei porțiuni din garnitură de foraj. Pentru foraj la început s-a utilizat un noroi ușor, cu solide puține, cu greutatea specifică crescută de la 1,05 — 1,32 kgf/dm^3. După fixarea coloanei de 13 3/8 in, pentru a trece o zonă de mare presiune, noroiul a fost îngreunat la 1,562 kgf/dm^3 și apoi la 1,70 kgf/dm^3.

Sub coloana de 9 5/8 in s-a săpat cu apă sărată cu greutatea specifică 1,164 — 1,224 kgf/dm^3.

La ansamblele de prăjini grele s-au adus, în ultima parte a forajului, modificări, reducîndu-se diametrele și utilizînd prăjini grele spirale pentru a reduce tendința de aprindere la puț.

În prezent, după tubarea coloanei de 5 in la 8702 m se face proba de producție în gaură liberă, sub coloana de 5 in.

Sukmanov, G. I. **Cercetarea compoziției fracționate a detritusului produs la dislocarea pe stand a rocii plastic-elastice, cu sapele cu diamante.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr 4, april. 1972, p. 39.

În articol se analizează influența zonei predislocate din suprafața tălpii asupra compoziției fracționate a detritusului. Se prezintă o comparație a dimensiunilor particulelor de detritus produse prin dislocarea cu sapele cu conuri și cu diamante, din care rezultă că dimensiunile particulelor de rocă dislocată cu sapele cu diamante sînt mult mai mici. Cercetările compoziției detritusului format la forarea calcarului cu sape cu diamante de tip radial și de tipul în trepte, arată că 60 — 87 % din particule au dimensiuni sub 0,20 mm.

S-a mai stabilit, că în cazul forării cu sapele radiale, apăsarea axială și viteza de rotație practic nu au nici o influență asupra conținutului procentual al compoziției fracționate a detritusului. La o mărire de la 1 la 5 t a apăsării axiale pe sapă, în trepte, se constată o creștere cu 26 % a cantității de detritus cu particule mai mari de 0,20 mm, datorită în principal despicării de pe trepte a rocii din talpă. În cazul apăsărilor insuficiente, pentru dislocarea treptelor de rocă, detritusul format la forarea cu sape în trepte este comparabil cu detritusul format la dislocarea rocii cu sapa radială.

Dobroskok, B. E. ș.a. **Cu privire la apăsarea axială exercitată cu garnitura de țevi pe talpa sondei.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 4, april. 1972, p. 26.

În cazul exploatării pacherelor prezintă importanță determinarea apăsării axiale ce li se aplică.

În articol se descrie dispozitivul, care servește la măsurarea apăsării pe talpă exercitată prin garnitura de țevi de extracție și se prezintă rezultatele măsurărilor acestei apăsări efectuate cu acest dispozitiv în condițiile de schelă. Precum au arătat măsurările efectuate, pe talpă se transmite de la 36 la 80 % din greutatea garniturii de țevi aflată în lichid.

Pentru a mări apăsarea axială pe talpă și, prin urmare, a mări fiabilitatea funcționării pacherelor mecanice trebuie utilizate țevi de extracție de diametre mari, deasupra pacherelor urmînd să fixeze țevi grele care să asigure centrarea garniturii de țevi de extracție în coloana tubată.

Poleakov, V. N. ș.a. **Determinarea presiunilor hidrodinamice exercitate la introducerea garniturii de foraj avînd în sondă un strat permeabil.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 4, april. 1972, p. 42.

În lucrare se prezintă rezultatele cercetărilor de schelă și analiza caracterelor specifice în variația valorilor presiunilor hidrodinamice produse la introducerea în sondă a garniturii de foraj. Cu ajutorul calculatorului ,,Nairi'' s-au obținut cîte 15 variante de relații de calcul pentru 165 de combinări posibile a diferitelor variabile.

Generalizarea și analiza comparativă a materialelor au arătat că datele de calcul nu corespund cu cele reale. S-a stabilit că relațiile analizate nu țin seama de influența caracteristicii parametrice a zonei permeabile asupra variației presiunii hidrodinamice la introducerea garniturii în sondă. Folosind caracterul specific al regularității în variația presiunilor dinamice în funcție de conductibilitatea stratului, stabilit după datele de schelă, se încearcă deducerea relației pentru determinarea presiunilor hidrodinamice, ținînd seama de influența caracteristicii parametrice a stratului permeabil. În același timp s-au stabilit limitele și domeniul de aplicare a acestei relații.

Levocikin, Iu. A. **Cu privire la cauzele degradării în timpul forajului a cablului de macara la rola fixă a geamblacului.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **50** nr. 4, april. 1972, p. 61.

La săparea în unele roci, apar în garnitura de foraj oscilații longitudinale, care prin sistemul de manevră se transmit

liniei nemişcate a cablului, provocînd fenomene de oboseală în partea lui aflată deasupra primei role a geamblacului.

Comparaţia frecvenţelor oscilaţiilor proprii ale sistemului macara-geamblac-garnitură de foraj şi a forţelor exterioare perturbatoare, ce-l acţionează, îndreptăţeşte a afirma, că la anumite condiţii de foraj cu masa, sistemul poate să intre în rezonanţă cu o frecvenţă a oscilaţiilor de ordinul a 5 Hz.

În articol se examinează măsurile de prevenire a producerii oscilaţiilor periculoase şi se fac recomandări pentru împiedicarea intrării în rezonanţă a sistemului considerat.

* * * **Echipamente de foraj „volante" construite în U.R.S.S.** În : Pétrole informations, nr. 1 221, 1 972

Creşterea rapidă a potenţialului petrolifer în U.R.S.S. este datorată într-o mare măsură elaborării unor noi tehnici de forare de mare randament.

În mai puţin de zece ani noile regiuni petrolifere situate între Volga şi Urali au fost amenajate şi date în exploatare, producînd în prezent aproape două treimi din petrolul extras în U.R.S.S. Această creştere rapidă în exploatarea unei imense zone petrolifere nu a fost posibilă decît prin aplicarea de noi metode de punere în valoare a terenurilor petrolifere.

În Tantaria, unde straturile de petrol se găsesc la o adîncime relativ redusă, între 1 800 şi 2 400 m, echipamentele de foraj studiate pentru a fora la 5 000 m adîncime nu au fost eficiente, montarea şi demontarea lor durînd foarte mult timp. Pentru a explora rapid regiunile bogate în petrol dintre Volga şi Urali era nevoie de echipamente uşoare, mobile, de mare randament. Astfel s-au creat instalaţiile de forare gata montate, a căror manipulare este foarte uşoară.

Un alt avantaj pe care îl prezintă aceste instalaţii este acela că ansamblul de forare poate fi instalat pe un camion.

În scurt timp au fost realizate aparate specializate pentru fiecare tip de exploatare.

Primul tip de aparat pentru forarea pînă la adîncime de 2 400 m este BU-75 Br, prevăzut cu un sistem de comandă hidraulică, acţionată de un motor Diesel puternic.

Descoperirea bogatelor zăcăminte în Siberia a impus echipamentelor de forare adaptarea la condiţii noi de lucru, cum ar fi, de pildă, forarea în pădurile mlăştinoase din taiga. S-a creat astfel în acest scop un nou tip de ansamblu BU-80 BrD, care poate fi transportat dintr-un punct de forare în altul sub formă de colete, demontat în blocuri de dimensiuni reduse, care se asamblează uşor, putînd fi transportate şi cu elicopterul.

Folosirea acestor ansambluri de forare a făcut posibilă economisirea a 158 mil. ruble.

Specialiştii din Volgograd împreună cu cercetătorii de la Institutul de echipamente petroliere au pus la punct un dispozitiv antijet, cu comandă hidraulică, care realizează o astupare eficientă a orificiului sondei, putînd să suporte o presiune de 700 at. Prin folosirea lor s-a realizat o economie de 20 mil. ruble.

H a s a n o v, N. M. ş.a. **Tratarea chimică a fluidului de foraj pentru săparea la 5 530 m a sondei de exploare nr.1, Gumhona.** În : Burenie, nr. 4, april. 1972, p. 19.

Cu săparea sondei de explorare nr. 1 de pe cîmpul Gumhona la 5500 m s-a urmărit să se deschidă depozitele paleogene în partea centrală a Ferganei. La săparea acestei sonde s-a acordat o mare atenţie tratării chimice a fluidului de foraj.

Se prezintă rezultatele tratării, pe intervale, a fluidului de foraj pentru săparea sondei. Se arată eficienţa trecerii de la fluidul tratat cu extract bazic de cărbune la fluid tratat cu carboximetil - celuloză şi bicromat de potasiu combinată cu adausul de ţiţei şi grafit. Se descriu complicaţiile apărute în cursul săpării sondei şi procedeele aplicate pentru lichidarea lor. Se analizează balanţa timpului calendaristic.

S a h m a e v, Z, M. **Unsoare pentru lagărele sapelor cu conuri.** În : Burenie. nr. 4, april. 1972, p. 11.

Lagărele sapelor cu conuri se uzează de obicei înaintea armării lor. În legătură cu aceasta, o deosebită importanţă o capătă mărirea capacităţii de funcţionare a lagărelor conurilor. Aceasta se poate obţine pe seama îmbunătăţirii calităţii unsorii. În mod curent se utilizează unsoarea sintetică universală cu punct de topire medie. Datele de schelă şi cercetările de laborator arată că această unsoare se spală din lagăre de către fluidul de foraj în primele minute de funcţionare a sapei.

S-a elaborat şi realizat pentru ungerea lagărelor sapei cu conuri, o nouă unsoare. La prepararea ei intră următoarele materiale : ulei mineral „vapor" (GOST 6411-52), bitum de petrol marca BH-11 (GOST 1544-52), disulfură de molibden marca MVC-1, poroplast de poliuritan elastic marca A (TU-35-XII-395-62).

Particularitatea caracteristică a acestei unsori constă în posibilitatea schimbării proprietăţilor sale structurale şi mecanice în funcţie de temperatură. În afară de aceasta, unsoarea are proprietăţi elastice şi capacitate mare de etanşare şi de lipire pe suprafaţa metalului. Unsoarea elaborată nu este sensibilă la umiditate şi practic apa nu o spală.

R î b a k o v, V. V. **Controlul automat în cursul săpării sondelor a densităţii fluidului de foraj.** În : Burenie, nr. 3, mart. 1972, p. 31

S-a elaborat şi realizat aparatura pentru măsurarea continuă şi automată a densităţii fluidului de foraj în cursul săpării sondelor de ţiţei şi de gaze. Ea constă dintr-un traductor de densitate, amplificator de semnale, aparat secundar, filtru şi pompă acţionată electric, cabluri electrice de legătură, furtunuri de circulaţie şi cabină încălzită pentru aparate. Se arată principiul de funcţionare, construcţia şi rezultatele încercării în condiţii de schelă a aparaturii descrise.

P o d d u b n a i a, V. I. ş.a. **Alegerea intervalelor pentru probarea stratelor în procesul de foraj.** În : Burenie, nr. 4, april. 1972, p. 29.

Efectuarea unui volum mare de probări de strate în timpul forajului dă posibilitatea comparării valorilor parametrilor de strat, obţinute în cursul acestor probe cu valorile geofizice. Rezultatele probărilor depind de alegerea justă a intervalelor pentru probare. Pentru obţinerea unor rezultate univoce trebuie încercate strate cu caracteristici geofizice univoce, în care scop înaintea operaţiei de probare se execută întregul complex de cercetări geofizice de schelă urmat de analizarea materialelor obţinute.

F. L e h n e r. **Efectul submergenţei ţevilor de extracţie şi a debitului asupra raţiilor apă/ţiţei sau gaze/ţiţei în zăcăminte eterogene.** În : Erdöl-Erdgas-zeitschrift, **88**, nr. 3, 1972, p. 83.

La extracţia simultană a două fluide cu greutăţi specifice diferite, într-o sondă complet perforată, este posibil să se influenţeze debitele prin reglarea adîncimii de introducere a ţevilor de extracţie. Mărind debitul, dispare însă dependenţa raţiilor apă/ţiţei sau gaze/ţiţei de adîncimea la care se introduc ţevile de extracţie.

Debitul maxim de extracţie de apă liberă se obţine introducînd ţevile de extracţie pînă la limita superioară a stratului. Acest debit critic este în funcţie şi de profilul permeabilităţii straturilor. Pentru straturi orizontale, la care permeabilitatea variază uniform cu adîncimea, se poate estima debitul critic cu ajutorul formulei Dupuit.

Pentru debite de producţie depăşind debitul critic în vederea estimării raţiei apă/ţiţei sau gaze/ţiţei se recomandă o formulă care este o generalizare a formulei Teplov. Formula arată o creştere rapidă a raţiei apă/ţiţei sau gaze/ţiţei o dată cu creşterea debitului sondei. Cînd debitul ajunge să fie aproximativ de cinci ori mai mare decît debitul critic, se obţine o valoare maximă a raţiei, care nu mai depinde de

submergența țevilor de extracție. Această valoare maximă a rației ca și a debitului critic, depinde de felul și mărimea variațiilor permeabilității și de nivelul interfeței fluid/fluid la o anumită distanță de sondă.

* * * **Noi proiecte de rafinării în Belgia.** În : Petroleum Press Service, **XXXIX**, nr. 4, 1972.

Comitetul ministerial de coordonare economică și socială a aprobat două proiecte de rafinării pentru a mări capacitatea de rafinare a Belgiei la 59 mil. t/an prin adăugarea unei capacități de 18 mil. t/an.

Schell va construi prima sa mare rafinărie la Kallo, în aval de Anvers, pe țărmul stîng al fluviului Escaut. Rafinăria va costa 8,6 miliarde franci belgieni și va avea o capacitate anuală de 9 mil. t.

Cel de-al doilea proiect constă în mărirea cu 9 mil. t/an a capacității rafinăriei Esso de la Anvers care are în prezent o capacitate de 4,730 mil. t/an. Costul lucrărilor va fi de 12 mil. franci belgieni.

Comitetul ministerial și-a dat de asemenea acordul de principiu asupra instalării unui complex de rafinare și de produse chimice asociate în provincia Liége în Wallonia.

Se studiază pozarea unei conducte de transport al țițeiului de la Anvers în regiunea Liége, precum și alte căi de aprovizionare, Dunkerque sau Rotterdam. Primul centru de rafinare - petrochimie a fost construit în vechea regiune carboniferă a Waloniei, la Feluy în provincia Hainaut și este aprovizionat printr-o conductă de la Anvers.

În urma aprobării proiectului de rafinărie în regiunea Anvers, capacitatea conductei Rotterdam-Anvers trebuie să se mărească de la 28 la 40 de t/an. Aceasta va fi realizată prin construirea unei stații de pompare la Hoeven în provincia olandeză Brabantul de Nord. Dacă Belgia va dori să-și mărească aprovizionarea cu țiței prin Rotterdam, construirea unei a doua conducte va deveni absolut necesară.

* * * **Costul exploatării în Marea Nordului.** În : Petroleum Press Service, **XXXIX**, nr. 4, 1972.

Cu toate că descoperirile efectuate pînă în prezent în Marea Nordului sînt importante, iar geologia fundului marin promite noi descoperiri rentabile, rezervele din vestul Europei nu se pot compara cu cele din Orientul Mijlociu. Rezervele de petrol descoperite pînă în prezent în Marea Nordului sînt evaluate la trei miliarde barile, iar rezervele Orientului Mijlociu la 340 mil. barile.

Pentru a găsi aceste trei mil. barile au fost forate peste 500 de sonde de explorare, de evaluare și de producție, care au costat fiecare 500 000 lire sterline, pentru sectorul de sud, și 1 mil. lire sterline, pentru apele mai adînci din nord. În prezent, cînd aparatele de forare sînt deplasate spre nord, ele forează în condiții mai grele și zăcămintele descoperite nu mai sînt rentabile decît dacă sînt atît de importante, încît veniturile să depășească sumele foarte mari necesare pentru dezvoltare.

Costul dezvoltării unui zăcămînt submarin din partea de nord ar putea costa 250 mil. lire sterline, deci costul unei călătorii în lună ; pe o perioadă de zece ani el se poate descompune astfel : 100 mil. lire sterline pentru platforme și instalațiile de producție, 70 mil. lire pentru foraje, 65 mil. lire pentru conducte și 15 mil. lire pentru instalațiile pe sol. Ceea ce este semnificativ pentru zăcăminte este timpul considerabil necesar dezvoltării — 4—6 ani între forarea primei sonde de explorare și aducerea petrolului pe țărm (acest timp ar putea fi redus prin folosirea vaselor petroliere ca depozite flotante).

Presupunînd la începutul deceniului următor o producție aproximativă de 1,5 mil. barile/zi obținută din zăcămintele submarine ale Marii Britanii, se prevede că industria petrolieră va trebui să investească pînă la 1500 mil. lire sterline, cîte 150 mil./an, în viitorii 10 ani, pentru explorarea și producția în apele britanice. În afară de aceasta, circa 1 000 mil. lire pot fi necesare pentru acoperirea operațiilor în cursul deceniului.

În Norvegia, singurul zăcămînt în producție din Marea Nordului este Ekofisk. Zăcămîntul a început să producă în iunie 1971 și pînă la 11 februarie 1972 producția a fost de circa 300 000 t. Această descoperire este rezultatul unei cercetări costisitoare, în cadrul căreia au fost forate 66 de sonde, care au costat 80 mil. lire. În cursul anului viitor se prevede o producție de 500 000 b/zi (circa 25 mil. t/an) pentru zăcămintele Ekofisk, West Ekofisk, Cod și Thor producția se va menține la acest nivel 4—5 ani, după care va începe să scadă. Producția de gaze naturale va începe în toamna anului 1974, cu un debit anual de 8 miliarde m^3/an și va ajunge în 1978 la 12 miliarde m^3/an. Acest ritm de producție nu va putea fi menținut decît 10 sau 12 ani.

Danemarca a devenit al doilea producător de petrol din Marea Nordului. Producția inițială din zăcămîntul Dan este de circa 500 000 t/an, cu un potențial de cel puțin 1,5 mil. t/an.

În 1974 va intra în producție zăcămîntul de la Auk, a cărui producție este de circa 200 000 — 250 000 barile/zi (12,5 mil. t/an). Consumul actual de petrol din Marea Britanie este de 100 mil.t/an, iar cel din Europa occidentală de 650 mil. t/an.

Pentru dezvoltarea zăcămîntului Forties sînt necesare — conform estimațiilor actuale — 300 mil. lire sterline.

* * * **Nou dispozitiv de dozare.** În Pétrole informations, nr. 1 226, 1972.

Dispozitivul de dozare cu dublă membrană uscată, pus la punct de Chemcom France constituie o inovație tehnică și asigură o izolație perfectă a lichidului pompat, fără risc de contaminare.

În faza întîi — aspirația — depresiunea creată de retragerea membranei sprijinită de către pistonul-suport provoacă deschiderea aspirației și umplerea dozatorului.

În faza a doua — refularea — deplasarea membranei împinsă înainte de către pistonul-suport comprimă reactivul în camera de pompare. Compresiunea astfel creată închide clapetul de aspirație, deschide pe acela de refulare și împinge reactivul spre punctul de utilizare.

Acest montaj hidraulic, așezat pe un ansamblu mecanic robust, simplu și compact, permite obținerea unor pompe dozatoare reglabile, cu o precizie de dozare de 0,5 %. Dispozitivul prezintă printre altele, și următoarele avantaje : scăpare de debit mai mică de 0,6 % în regim continuu debite de 2—2000 l/h, interșanjabilitate totală (numai capul hidraulic variază în funcție de debit și acesta poate fi schimbat prin desfacerea a patru șuruburi).

După felul produselor dozate, fiecare dozator este confecționat în trei modele standardizate : Inox 18/8 Mo, policlorură de vinil turnat, poliacrilat turnat.

Pompa poate fi folosită în următoarele cazuri :

— dozare duplex sau multiplex, folosind pînă la 12 dozatoare acționate de același motor ;

— dozare automată și proporțională printr-un ansamblu electronic.

Domeniile de folosire sînt multiple : introducerea adaosurilor contra coroziunii în turnurile de cataliză, introducere de reactivi sau de adaosuri împotriva proliferărilor microbiene în circuite, introducerea de agenți de parfumare a gazelor naturale.

* * * **Schimbătoare de căldură din aluminu pentru Uzina de lichefiere a gazelor naturale din Brunei.** În: Petrole information, nr. 1 226, 1972.

Schimbătoarele de căldură pentru Uzina de lichefiere a gazelor de la Brunei (Borneo) — cea mai importantă din lume — cîntăresc 100 t fiecare. Avînd o lungime de 30 m și un diametru de 4 m, ele au fost realizate din table de aluminiu foarte late, din aliaj 5083.

Noua uzină de gaze naturale lichefiate din Brunei va avea o capacitate de transformare a gazelor naturale cu 50 % mai mare decît cele existente în prezent în funcțiune. Complexul,

format din patru unități, va produce 4 mil. t gaze naturale lichefiate pe an. Pentru această uzină au fost consumate 250 t tablă de aluminiu.

Gazele naturale sînt aduse prin conducte din zăcămintele submarine, tratate și apoi expediate în zonele industriale pe o rază de 1 600 km. Complexul de la Brunei va aproviziona în special centralele energetice din Japonia, cu peste 14 mil. m^3/zi.

Lucrările urmează să fie terminate în cursul anului viitor.

* * * **Gazele naturale în Republica Federală a Germaniei.** În : Petrole informations, nr. 1 228, 1972.

Rezervele totale de gaze naturale ale Republicii Federale a Germaniei la 1 ianuarie 1972 au fost estimate de către Federația economică pentru recuperarea petrolului la 387 miliarde m^3, dintre care 280 miliarde m^3 rezerve sigure și 107 miliarde m^3 rezerve probabile, cu 8 miliarde m^3 mai puțin decît în anul 1970. După datele furnizate de această federație, producția de gaze naturale și de gaze de petrol va fi de 18 miliarde m^3 în anul acesta, de 19 miliarde m^3 în anul viitor și de 20 miliarde m^3 în anul 1974.

În 1971, producția de gaze a atins 15,4 miliarde m^3, dintre care 14,8 miliarde gaze naturale și 0,6 miliarde gaze de petrol.

În bilanțul energetic din anul 1971 ponderea gazelor naturale a crescut la 7,2 % față de 5,4 % în anul 1970, iar a petrolului de la 53 %, la 54,6 %.

Industria de gaze naturale din Republica Federală a Germaniei va investi în acest an circa un miliard de mărci. Cele mai importante investiții vor fi făcute de către Ruhrgas în Bavaria pentru primirea și distribuirea gazelor naturale importate din U.R.S.S., care vor totaliza circa 7 miliarde m^3/an.

Institutele germane de cercetări economice prevăd că în anul 1980 consumul de gaze naturale în Republica Federală a Germaniei va crește de circa cinci ori. Este posibil ca aceste previziuni să fie mult depășite dacă întreprinderea Maschinenfabrik Augsburg Nürnberg (M.A.N.) va pune la punct noul tip de motor funcționînd cu gaze naturale și care nu emite decît gaze complet lipsite de funingine și absolut fără miros, cu un conținut de hidrocarburi și de protoxizi de azot sensibil redus față de gazele de eșapare de la motorul Diesel.

* * * **Produse împotriva coroziunii.** În : Petrole informations, nr. 1 221, 1972.

Folosirea pe scară din ce în ce mai largă a acoperirilor destinate producției suprafețelor expuse coroziunii a determinat punerea la punct a unor lacuri cu proprietăți anticorosive deosebite.

Printre noile produse de protecție împotriva coroziunii folosite în domeniul construcțiilor navale, în industria petrolieră (platforme de foraj fixe sau submersibile), în industria chimică, în rafinării, în uzinele de extracție a sării din apa de mare etc., se menționează :

Gabvosil — acoperire pe bază de zinc și silicați anorganici, care poate fi folosit pentru protecția — timp de zece ani — a punților vaselor, a containerelor etc. ;

Hempanil — o acoperire pe bază de vinil acrilic, care se depune pe un strat epoxidic Hempadur, pentru protejarea pe lungă durată și pentru întreținerea ușoară a suprastructurilor platformelor de foraj, a superpetrolierelor etc. ;

Hempadur — o gamă de acoperiri epoxidice speciale, dintre care fac parte și materialele epoxidice pure ce se aplică sub apă pentru reparațiile submarine la protecția capetelor de sondă de foraj.

De asemenea, lacul protector H 1000, elaborat tot de firma Hempel, provoacă o acțiune antivegetativă eficientă și reduce coeficientul de alunecare a corpurilor navelor.

B l e a k l e y, W. B. **Ce spun operatorii despre controlul producției cu computere.** În : Oil Gas **70**, 10, 6 mart. 1972.

La zece ani de la introducerea controlului automat al producției în S.U.A., cantitatea de țiței astfel produsă se ridică la aproximativ 10 % din producția totală. Acest procentaj pe societăți variază, între 2 și 61 %, numai trei operatori avînd peste 25 % din total. În viitor se prevede că proporția producției realizată din unități cu control automat, va ajunge la circa 80 % din întreaga cantitate de țiței produs.

Avantajele sistemului constau în :

— reducerea timpului de oprire a sondelor ;

— posibilitatea de prevedere a opririi sondei din producție pentru a putea realiza anticipat reparațiile necesare ;

— mărirea efectivă a producției prin urmărirea mai atentă a sondelor. Se estimează că această creștere este de ordinul 2—3 % ;

— un control mai bun al operațiunilor de recuperare secundară cît și a comportării zăcămintelor ;

— reducerea mediului prin detectarea eventualelor scurgeri ;

— o mai bună utilizare a personalului. Acesta urmînd să fie școlarizat pentru a-și ridica calificarea ;

— costurile de întreținere a echipamentului se reduc ;

— sondele de gaze pot fi pornite de la distanță.

Luată în ansamblu automatizarea aduce profituri mari în producție. Ca dezavantaje ale sistemului se indică : nu toate echipamentele utilizate se pretează la controlul automat. Defecțiuni mai dese au loc la dispozitivele din șantiere care urmăresc debitele, presiunile, temperaturile, nivelele lichidelor etc. ;

— necestatea școlarizării speciale a personalului.

Parte din personalul de șantier este refractar introducerii automatizării. Dorințele exprimate în general au fost : măsurarea în două faze (țiței și gaze) ; echipament electronic care să lucreze de la doi la cinci ani fără deficiențe.

Senzori de calitate bună și preț redus pentru a indica dacă sonda produce sau nu.

P o l i ș c i u k, A. N. ș.a. **Influența concentrației soluțiilor de polimeri asupra parametrilor pompei centrifuge.** În : Transport i hranenie nefti i nefteproduktov, nr. 2, febr. 1972, p.9.

Una din căile posibile de intensificare a transportului prin conducte a țițeiurilor și produselor petroliere vîscoase o poate constitui utilizarea unor adaosuri reduse de polimeri la produsul pompat.

Fenomenul reducerii rezistenței hidraulice prin tratarea lichidului ce curge pe o suprafață tare cu unii polimeri cu greutate moleculară mare a fost descoperit de Toms în anul 1948. Acest fenomen se pare că este legat de formarea în soluție a asociațiilor mari de macromolecule de polimeri cu moleculele de solvenți, care influențează asupra dezvoltării pulsațiilor în stratul de la perete. Efectul Toms se observă la curgerea diferitelor lichide tratate cu cîteva tipuri de polimeri, cel mai eficient fiind poliizobutilena.

În articol se analizează influența asupra indicatorilor energetici ai pompei centrifuge 1,5 K-6 la transportul lichidelor tratate cu soluții apoase de polimeri. Se ajunge la concluzia că îmbunătățirea tuturor parametrilor pompei se produce la o creștere pînă la 0,03 % a concentrației de polimer în soluție.

A h a t o v, Ș. N. ș.a. **Tehnologia scoaterii apei din conductele magistrale de țiței.** În : Transport i hranenie nefti i nefteproduktov, nr. 2, febr. 1972, p. 14.

Cu creșterea diametrului conductelor magistrale de țiței apar noi probleme tehnice. Una din acestea o prezintă scoaterea apei din conducte (după montarea ei, după spălarea periodică sau epizodică a conductelor în funcțiune etc.). Acest proces se complică prin inundarea intensă a țițeiului cu apă ce trebuie scoasă (numai în zona de contact, în funcție de viteza de umplere cu țiței a conductei, volumul emulsiei de apă-țiței poate să ajungă la 10—15 % din acela al conductei).

Reducerea contaminării țițeiului cu apă se rezolvă în prezent prin utilizarea separatorilor mecanici.

În articol se examinează tehnologia împingerii apei din conducte cu ajutorul separatorilor cu manșetă. Separatorii menționați în lucrare sînt foarte rezistenți la uzură, se mișcă destul de sincronizat cu lichidul pompat și se repară ușor prin schimbarea manșetei.

Temcin, A. Z. **Schimbarea proprietăţilor soluţiilor de polimeri prin mişcare în sistemul conductă—pompă.** În : Nefteanoe hozeaistov, **50**, nr. 4, april. 1972, p. 23.

În articol se descrie mecanismul presupus al degradării soluţiilor de polimeri şi se dau parametrii principali, de care depinde viteza de degradare. Se propune metoda de încercare cu ajutorul instalaţiei de experimentare a soluţiilor cercetate. S-au obţinut relaţiile pentru determinarea efectului de reducere a rezistenţei hidraulice în funcţie de durată, pentru poliacrilamida amoniacală cu concentraţii de 0,015 %, 0,03 %, 0,05 % şi 0,1 %.

Se demonstrează experimental relaţia calitativă între degradare şi regimul de curgere şi relaţia între intensitatea degradării şi temperatura de lucru a lichidului.

Diekmann şi Wierezeyko. **Posibilitatea determinării extinderii gazelor într-o formaţiune acviferă de stocare cu ajutorul măsurilor seismice.** În : Erdol und Kohle-Erdgas-Petrochemie, **25**, nr. 4, april. 1972, p. 173.

Stocarea de gaze într-o formaţiune acviferă se practică curent astăzi, dacă nu se dispune de zăcăminte naturale. Fiecare strat acvifer ridică însă anumite probleme. Pentru cazul ideal, proprietăţile formaţiunii ar trebui să corespundă celor ale unui zăcămînt natural.

Prin presarea gazelor într-o formaţiune acviferă şi împingerea apei, intervin unele schimbări în proprietăţile straturilor. Ca urmare, densitatea şi viteza undelor seismice în volumul porilor, scad. Aceasta conduce la schimbarea mărimii amplitudinii undelor seismice de presiune produse la suprafaţă şi reflectate de formaţiunea în care s-au stocat gazele.

Urmărind schimbările menţionate prin măsurători seismice de reflecţie comparative executate pe structura acviferă Hähnlei, folosită de soc. Ruhrgas AG pentru stocarea gazelor, s-a putut calcula şi determina extinderea gazelor în acest depozit acvifer.

William, G. Dukek şi Kenneth C. Bachmann. **Electricitatea statică la alimentarea rapidă a avioanelor.** În : Erdol und Kohle- Erdgas- Petrochemie, **25** nr. 3, mart. 1972, p. 146.

Încărcările electrostatice sînt bine cunoscute la alimentarea rezervoarelor, cisternelor şi avioanelor, fiind cauzate de curgerea hidrocarburilor. Problema a început să fie studiată cu zece ani în urmă datorită unor explozii provocate de descărcările electrostatice. Pentru practica de şantier s-au elaborat atunci instrucţiuni pentru evitarea exploziilor cauzate de aceste descărcări electrostatice.

Statistica accidentelor la alimentarea cu carburanţi a avioanelor turboreactoare gigantice este favorabilă, în timp ce în industrie au loc explozii destul de frecvent la încărcarea cisternelor şi la curăţirea rezervoarelor. Întrucît este greu de găsit o explicaţie tehnică a fenomenului, firma Esso a întreprins încercări la scară mare cu alimentări rapide a unui avion simulat.

Se expune pe scurt teoria formelor de apariţie a încărcărilor şi a descărcărilor electrostatice. Încercările au urmărit cercetarea diferiţilor parametri în legătură cu alimentarea cu carburanţi a avioanelor, căutînd să stabilească dacă : 1) vitezele mărite de curgere şi condiţiile rezervoarelor pot duce la pericole sporite prin descărcări electrostatice şi 2) dacă se cer eventuale modificări în sistemul de alimentare. Deoarece încercările nu sînt încheiate este greu să se anticipeze dacă se va putea da asigurarea că alimentarea rapidă cu carburant nu va reprezenta un pericol mai mare decît cel al modului de alimentare din prezent.

K. Schiffauer. **Crearea Uniunii Europene a gazelor.** În : Erdöl-Erdgas-Zeitschrift, **88**, nr. 3, mart. 1972, p.74.

Cu excepţia Olandei şi Angliei toate ţările vest-europene sînt importatoare de gaze naturale. În prezent cererile se acoperă de către Olanda şi într-o măsură mai mică de către U.R.S.S. şi prin importurile de gaze lichefiate.

Crearea unei Uniuni Europene a gazelor, către care se tinde, similar sistemului de schimb interţări a energiei electrice, este dificilă, avînd implicaţii multiple. Pentru sisteme de tranzit de mii de kilometri lungime se cere o înaltă structură de utilizare şi realizări importante în ceea ce priveşte materialul tubular, instalaţiile de compresoare, armăturile, aparatura de măsură şi de reglare etc. Altă greutate este calitatea diferită a gazelor naturale (gazele de la Groningen-Olanda au o putere calorică de 8 400 kcal/Nm^3, cele din U.R.S.S. 9 500 kcal/Nm^3). Din această cauză nu se pot face nemijlocit interschimbările.

Pentru a putea acoperi necesarul de gaze în Europa, se cer eforturi comune din partea tuturor ţărilor, începînd de la lucrările de explorare şi continuînd cu activitatea de extracţie, transport şi distribuţie.

Se descrie succint evoluţia necesarului de gaze a ţărilor vest-europene, previziunile pînă în 1975 şi situaţia din diferite ţări în prezent, cu perspectivele posibile în viitor.

INFORMAŢII TEHNICO-ECONOMICE

În U.R.S.S. se va fora cea mai adîncă sondă de petrol din lume, la 15 000 m adîncime, la sud de Azerbaidjan, în districtul Sootlov.

Geologii posedă puţine date asupra naturii subsolului la această adîncime, aşteptîndu-se să întîlnească, peste 7 560 m, straturile cristaline, granitice şi bazaltice ale scoarţei pămîntului.

Se speră că în afară de posibilitatea de a întîlni eventuale rezerve de petrol şi gaze naturale, se vor descoperi şi ape termale şi bogăţii minerale care se găsesc, de obicei, în zonele cu temperaturi înalte şi presiuni ridicate.

★

În Franţa preţul păcurii grele a scăzut cu trei franci la tonă.

★

În Marea Britanie preţul motorinei a crescut cu 0,25 penny galon, deci cu 2,5 %.

★

În Iordania, se va mări capacitatea rafinăriei de la Zamba, în prezent de 16 000 barile/zi. Lucrările de extindere vor costa 2,75 mil. dolari şi vor fi terminate la sfîrşitul anului viitor.

★

În Kenya, capacitatea rafinăriei de la Mombasa va fi mărită de la 2,5 la 4 mil. t/an. Lucrările de extindere care cuprind o unitate de distilare a ţiţeiului, două unităţi de hidrotratare, îmbunătăţirea instalaţiilor de încărcare şi descărcare a păcurii şi 12 noi rezervoare, vor fi terminate în cursul anului 1974 şi vor costa 12,5 milioane lire est-africane.

★

În India, Ministrul petrolului şi produselor chimice a decis o extensiune a programului de explorare din Tripura, operaţiile de forare submarină în apropiere de Bombay, urmînd să înceapă în luna noiembrie. S-a prevăzut de asemenea extinderea studiilor seismice marine în regiunea strîmtorii lui Palk, insulelor Andaman şi Nicobar şi la sud de Bengal pentru descoperirea de noi structuri pentru viitoarele forări submarine.

★

În Turcia s-au efectuat două noi descoperiri de zăcăminte de petrol: exploa-

tabile din punct de vedere comercial în zonele Batman și Adiyaman, în sud-estul țării. La Batman, o sondă de recunoaștere a dat un debit de 600 barile/zi la o adîncime de 2 139 m, iar sonda de la Adiyaman produce deja 1 200 barile/zi.

★

În U.R.S.S. s-a construit o nouă conductă de transport al petrolului, lungă de 818 km între zăcămîntul de petrol de la Alexandrovskaia, în vestul Siberiei și conducta principală transsiberiană. Această conductă are 122 cm diametru, fiind prima în lume de această dimensiune.

★

În S.U.A. sonda Baden nr. 1 de 9165,25 m adîncime, forate în 543 zile în apropiere de Beckham (Oklahoma) reprezintă recordul de adîncime mondial pînă în prezent. Forajul a costat 5 500 000 dolari.

★

În S.U.A. societatea Burmah Oil prevede construirea unei rafinării cu o capacitate de 22,5 mil. t/an în insulele Bahamas, care ar urma să fie date în funcțiune la sfîrșitul anului 1974 sau la începutul anului 1975.

★

În Alaska va fi modificată uzina de ichefiere a gazelor naturale din West Foreland (Cook Inlet). Costul lucrărilor, care vor fi terminate la sfîrșitul acestui an este de 5,5 mil. dolari. Capacitatea noii unități va fi de 54,7 mil. picioare cubice/zi.

★

În Bulgaria se va construi o conductă de transport al gazelor naturale care va permite importul de gaze naturale din U.R.S.S., din Ucraina, într-un ritm de 3 miliarde m³/an, începînd cu anul 1975.

Lungimea conductei va fi de 628 km, din Ucraina la Dunăre, lîngă Ismail, și apoi pînă la Sofia.

★

În Canada se va construi o unitate de distilare a gudroanelor la Hamilton în Ontario, cu o capacitate de 2 700 m³/zi, care urmează să fie dată în funcțiune la sfîrșitul acestui an.

★

În S.U.A. s-a descoperit petrol și gaze naturale în regiunea Shongaloo (Louisiana) în zona Taylor, și anume 475 barile/zi de țiței de 51,5° API și 740 000 picioare cubice de gaze naturale la o adîncime între 2 762 și 2 7778 m.

★

În Indonezia, sonda Zelda nr. 3 situată în largul coastelor peninsulei Sumatra a produs 2 160 barile de petrol de 32—34° API cu un conținut redus de sulf, la o adîncime între 2 148 și 2 183 m. Această sondă experimentală a fost forată pentru a delimita noul zăcămînt petrolifer de la Zelda descoperit anul trecut.

★

În Franța se va construi o nouă unitate de producere a bitumului cu o capacitate de 150 000 t/an la rafinăria de la Notre Dame de gravenchon care urmează să fie dată în funcțiune în cursul anului viitor.

★

În Italia au fost produse în cursul anului trecut 11,8 mil. t țiței, deci cu 26 % mai mult decît în anul 1970.

Se prevede construirea unei rafinării cu o capacitate de 6 mil. t/an la Civitavecchia.

★

În Finlanda conducta de transport a gazelor naturale aduse din U.R.S.S. va lega într-o primă fază următoarele localități : de la orașul de frontieră Raeikkoelae pînă la Kuvola via Imatia, Jutseno, Lappeenranka și Lumaeki cu derivații de la Kuvola la Kunsankoski, Kotka și Karhula. Cea de a doua fază a construcției comportă pozarea conductei pînă la Lahti, Rühumaeki și Helsinki, iar în cea de a treia fază va fi pozată o conductă între Hanko, Turku și Rauma.

★

În U.R.S.S. rezervele sigure de gaze naturale sînt estimate în prezent la circa 18 000 miliarde m³ față de 15 500 miliarde m³ în cursul anului trecut și 3 200 miliarde în 1946. Mai mult de o cincime din aceste rezerve se află în Europa unde noul zăcămînt de la Orenburg, cu rezerve sigure de 1 600—1 700 miliarde picioare cubice este cel mai important în prezent.

★

În U.R.S.S. și Libia a fost încheiat un acord de cooperare tehnică și economică în domeniul căutării petrolului, al producției și al rafinăriei.

★

În S.U.A. Comisia federală a energiei a aprobat un prim import pe termen lung de gaze naturale lichefiate din Algeria. Aceasta constă în primirea de către Distrigaz din Boston timp de 20 de ani, a cîte 500 mil. m³/an gaze naturale de la noua uzină de lichefiere din Skikda.

★

În Indonezia prețul benzinei auto a crescut de la 30 la 35 rupii litrul cu începere de la 1 aprilie.

★

În Australia, evaluări preliminare ale platformei de nord-est au indicat rezerve de gaze naturale de circa 20 000 miliarde picioare cubice.

★

În Japonia, conform unui contract încheiat pe termen de 20 de ani, se va importa cu începere de la 1 aprilie 130 000 t/an gaze naturale lichefiate din Alaska în plus față de cele 960 000 t/an importate pînă în prezent.

★

În S.U.A. Independent Petroleum Association of America, constatînd că rezervele sigure de petrol ale țării s-au micșorat considerabil în cursul ultimilor ani a recomandat Comisiei federale de prețuri o mărire a prețului petrolului produs în țară cu cel puțin 25 %, pînă la circa 90 cenți/baril.

★

Schell Oil Co, filiala din S.U.A. a Grupului Royal Dutch Schell, a pus la punct un nou lubrifiant pentru motoare-Schell super x 10 w-50 care oferă o producție totală pe orice vreme, pentru o gamă largă de tipuri de motoare.

★

În Italia, Teeneco, filiala grupului ENI a pus la punct un automobil-laborator echipat cu cele mai moderne aparate de măsură a poluării atmosferice sub toate formele ei. În acest laborator-automobil se poate măsura viteza și direcția vînturilor, temperatura și umiditatea aerului, ca și presiunea atmosferică.

De asemenea, este prevăzut cu aparate destinate să detecteze și să măsoare în mod continuu compoziția și calitatea aerului.

★

Șantierul marin Forties din Anglia va începe să producă în 1975 35 000 t/zi, producție care va fi ridicată în 1977 la aproximativ 60 000 t/zi. Pentru aceasta este necesar să se construiască încă două platforme de producție. Costul acestor instalații se va ridica la 780 mil. dolari.

Se prevede ca în viitor producția să se ridice la circa 200 000 t/zi, la un cost în echipament și materiale de 3,9 miliarde dolari și cheltuieli de operație de 2,6 miliarde dolari.

★

În Canada în vestul insulei Ellesmere la 1100 km sud de Polul Nord s-a obținut în sonda Panarctic Romulus C-42, țiței la o încercare cu probatorul de strat. Prăjinile s-au umplut cu țiței

are a venit pînă la suprafață, dar nu a făcut erupție. În timpul probei adîncimea sondei era 989 m, iar intervalul încercat avea o grosime de 12 m. Se afirmă că în caz că zona devine productivă țițeiul ar putea fi transportat cu vapoarele dacă se iau unele măsuri pe tot timpul anului.

★

În S.U.A. s-a propus o conductă de gaze de la Golful Prodhoe, unde s-a descoperit petrol, prin Canada pînă în Statele Unite. Conducta ar avea o lungime de 4 000 km, iar costul s-ar ridica la 5 miliarde dolari.

Această sumă ridicată ar face ca costul transportului gazului să se ridice la 35 $/1 000 m³.

★

U.R.S.S. și Polonia. Studiile geofizice efectuate pe coasta Mării Baltice au arătat că structuri potențial productive se extind pe toată lungimea coastei. Se crede că formațiunea cea mai promițătoare ar fi Cambrianul. Anul trecut s-au descoperit două șantiere în regiunea Kalingrad—Kudsinkoe și Zapadno — Krasnoborskoie, ambele în Cambrian, dar pe uscat. Se afirmă că în curînd se va începe forarea de sonde marine de pe estacade metalice, pe coasta regiunii Kalingrad.

★

În Brazilia societatea de stat Petrobras va pune în producție o instalație-pilot pentru extragerea a 143 t/zi țiței și 36 000 m³/zi gaz din 2 200 t/zi șist bituminos. Instalația produce, de asemenea, zilnic 17 t de sulf.

Petrobras speră ca aceasta va duce la exploatarea zăcămintelor de șist din Sao Matens de Sul care acoperă 80 km² și are rezerve estimate la 100 mil. t țiței, 22 miliarde m³ gaz și 10 mil. t sulf.

×

RECENZII

N. PANCOȘ: **Îndrumător pentru extracția țițeiului prin pompaj.** Ed. tehnică, București, 1972, 262 p.

Pompajul de adîncime este o metodă de extracție a țițeiului care se aplică în faza finală de exploatare a unui zăcămînt.

Extracția țițeiului din zăcămînt cu ajutorul pompei de adîncime ridică probleme multiple și complexe, legate de tehnologia exploatării. Țițeiul extras este asociat cu gaze și impurități (apă sărată, nisip, humă de strat, noroi etc.), iar în timpul ascensiunii din talpa sondei către suprafață au loc pierderi de căldură care favorizează depunerea cristalelor de parafină. Toate acestea produc deranjamente atît în gaura de sondă, în pompă și în utilajul de fund, cît și în instalația de suprafață. Dacă la acestea, se mai adaugă efectul corosiv și abraziv al lichidelor extrase, fenomenele vibratorii din garnitura de prăjini, precum și scăderea presiunii de zăcămînt se completează întreg cortegiul de neajunsuri ce intervin în timpul exploatării unei sonde.

În scopul creșterii debitului de țiței al sondelor exploatate prin pompaj de adîncime sau, cel puțin al menținerii debitului acestora, trebuie respectat un anumit regim tehnologic. Pentru efectuarea controlului regimului tehnologic stabilit la fiecare sondă sînt necesare anumite aparate. În același timp, trebuie cunoscute și cauzele ce duc la scăderea debitului, precum și măsurile cele mai eficiente care să le prevină sau să le înlăture.

În lucrarea de față, autorul acordă o atenție deosebită controlului regimului tehnologic stabilit pentru fiecare sondă, regim care să asigure exploatarea ei la parametrii optimi. De aceea, pune un accent deosebit pe cercetarea sondelor cu ajutorul dinamometrului și al altor aparate speciale, care, printr-un control riguros și competent al funcționării instalațiilor, precum și prin analiza calitativă și cantitativă a rezultatelor obținute pe baza diferitelor măsurători executate la sondele menționate, să scoată în evidență cauzele diminuării debitelor acestor sonde, iar printr-o analiză judicioasă și luarea de măsuri corespunzătoare să permită stabilirea regimului optim de exploatare al fiecărei sonde.

În capitolul I sînt prezentate succint utilajele de suprafață, arătîndu-se parametrii de funcționare, caracteristicile tehnice și criteriile pentru alegerea lor.

În capitolul II sînt descrise utilajele montate la gura sondei, precum și instalațiile necesare executării operațiilor de introducere-extragere la puț. De asemenea, sînt prezentate caracteristicile tehnice ale troliilor mobile cu, sau fără turlă rabatabilă.

Capitolul III cuprinde utilajul de fund (garnitura de țevi de extracție, garnitura de prăjini de pompare, pompe de extracție, separatoare de fund, preventoare de fund și alte dispozitive speciale). Un loc deosebit de important îl ocupă alegerea și dimensionarea garniturii de prăjini de pompare, precum și verificarea garniturii la oboseală, cu ajutorul diagramelor de rezistență — după metoda Smith.

Capitolul IV se referă la aparatele de suprafață și de fund cu care se efectuează controlul sarcinilor și măsurarea variației lor în prăjinile de pompare, precum și aparatele auxiliare pentru măsurarea parametrilor curentului electric din instalația de pompare.

În capitolul V sînt prezentate controlul sarcinilor și măsurarea variației lor în prăjinile de pompare, precum și dinamogramele cu descrierea detaliată a aspectului teoretic și practic al acestora, interpretarea lor și scoaterea în evidență a cauzelor care duc la dimmuarea debitului de țiței sau la funcționarea anormală a echipamentului de fund și suprafață etc., în scopul luării de măsuri de remediere a defecțiunilor. Tot aici sînt prezentate măsurile de prevenire și de înlăturare a unor cauze care reduc afluxul de țiței în sondă, micșorînd astfel eficiența volumetrică a pompei de adîncime.

Capitolul VI cuprinde un exemplu practic cu calculele teoretice ce trebuie efectuate în vederea comparării lor cu cele rezultate de pe dinamograma reală a pompei — înregistrată pe prăjina lustruită.

În capitolul VII este descris modul practic de analiză al dinamogramelor reale efectuate la sondele în pompaj de adîncime din cadrul unui șantier petrolier, în vederea interpretării lor. Sînt date tabele cu indicații și măsuri speciale care să ajute la diagnosticarea tuturor defecțiunilor înregistrate pe dinamogramele analizate.

În capitolul VIII sînt tratate, sumar, unele probleme speciale privind exploatarea sondelor, ca: probleme de pompare ivite după operațiile de fisurare hidraulică a stratelor productive; mișcarea garniturii țevilor de extracție, urmările acesteia și unele măsuri de înlăturare, efectele comprimării prăjinilor de pompare.

În capitolul IX sînt descrise măsurătorile speciale și metodele privind determinarea nivelului static și dinamic, presiunea de fund și temperatura. Un rol destul de important a fost acordat determinării nivelului dinamic și au fost prevăzute unele măsuri privind modificarea regimului de pompare a unei sonde al cărui nivel dinamic a fost aproximat.

În capitolul X sînt descrise metodele de pompaj de adîncime (cu prăjini tubulare, cu prăjini obișnuite, fără țevi de extracție, fără prăjini de pompare), precum și pompajul sonic.

Prin conținutul și nivelul său, lucrarea se adresează maiștrilor, tehnicienilor, operatorilor dinamometrori și inginerilor din schelele de extracție a țițeiului și a gazelor, precum și studenților de la facultățile de specialitate, de subingineri și ingineri. Ea urmărește să pună la îndemîna acestora un material docu-

mentar referitor la cunoaşterea şi utilizarea dinamometrului şi a aparatelor de măsură auxiliare, la analiza şi interpretarea rezultatelor obţinute prin măsurătorile efectuate cu aceste aparate.

Conţinutul lucrării este axat, în principal, pe aspectul practic al problemelor tratate.

V. Drug, O. Ungureanu: **Transportul gazelor naturale**, Ed. tehnică, Bucureşti, 1972, 350 p.

În ultimii ani producţia şi consumul de gaze naturale din ţara noastră au crescut, făcînd necesară perfecţionarea tehnicii transportului acestora. S-au construit noi conducte de legătură şi magistrale, care constituie cel mai ieftin şi mai sigur mijloc de transport al tuturor produselor petroliere şi gazelor. Acestea trebuie să asigure aprovizionarea centrelor industriale din toată ţara cu gaz metan, în vederea înlocuirii combustibilului lichid în siderurgie, în vederea chimizării şi în scopuri casnice.

Extinderea conductelor magistrale şi a reţelelor de distribuţie pune în faţa unui număr tot mai mare de ingineri şi tehnicieni probleme legate de proiectarea, executarea şi exploatarea acestor instalaţii.

Lucrarea prezentată constituie o sinteză a aspectelor teoretice şi practice legate de tehnologia transportului gazelor naturale.

Capitolul I cuprinde noţiunile teoretice privind comportarea gazelor naturale, cu descrierea domeniilor în care această comportare se abate mult de la legile gazului ideal. De asemenea, se dau noţiuni (pentru prima dată în literatura noastră tehnică) despre funcţia de corelaţie numită presiunea de convergenţă.

Capitolul II tratează, sumar, procesele de pregătire a gazelor pentru transport pe conducte, ca: deshidratarea prin absorbţie şi adsorbţie, reducerea punctului de rouă al hidrocarburilor, reducerea conţinutului acid etc.

Într-un tabel sinoptic sînt date caracteristicile principalelor procese şi domeniile lor de aplicabilitate.

Capitolul III cuprinde analiza procesului de curgere a gazelor prin conducte, plecînd de la relaţiile fundamentale pînă la relaţiile utilizate la determinarea parametrilor principali.

Datorită unui mare număr de formule de calcul, existente în literatura de specialitate, a fost necesar să se delimiteze comparativ domeniul de valabilitate al fiecărei relaţii. Pe lîngă regimul permanent izoterm, s-a analizat şi curgerea neizotermă, precum şi cea nestaţionară, fenomene întîlnite în exploatarea sistemelor de transportat gaze.

Capitolul IV analizează aspectele teoretice şi practice ale comprimării gazelor naturale. Sînt descrise compresoarele volumetrice şi centrifuge, domeniul lor de utilizare, caracteristicile de funcţionare, modul de determinare a eficienţei, precum şi caracteristicile principale ale maşinilor de antrenare, pe baza cărora se poate determina eficienţa procesului.

Capitolul V tratează problema reglării presiunii şi a măsurării debitelor de gaze naturale, dezvoltîndu-se relaţiile de calcul şi specificîndu-se constantele care însoţesc aceste relaţii.

Se analizează regulatoarele P, PI şi PID, descrierea făcîndu-se pe tipuri realizate, redîndu-se comparativ performanţele de debit şi precizie ale celor mai cunoscute modele.

Măsurarea debitelor de gaze este descrisă teoretic şi practic pentru organe deprimogene, care sînt cele mai răspîndite. De asemenea, se dau performanţele contoarelor volumetrice şi de masă.

Capitolul VI cuprinde descrierea instalaţiilor anexe la sistemele de transportat gaze (odorizare, cercetarea puterii calorice, telecomunicaţii şi telemecanică).

Capitolul VII tratează problema gazelor naturale lichefiate, procese de lichefiere, vase de transport şi instalaţii de regazificare.

Capitolul VIII cuprinde elementele generale ale înmagazinării gazelor naturale, plecînd de la analiza necesarului, variaţia sezonieră, definindu-se noţiunea de grad-zi.

Capitolele IX—XI cuprind aspectele legate de construirea şi exploatarea sistemelor de transport, analizîndu-se elementele necesare optimizării, atît pentru alegerea diametrului economic, cît şi a consumului minim de energie.

Toate capitolele sînt însoţite de exemple de calcul avînd parametrii întîlniţi în sistemele de transportat gaze din R.S. România.

Lucrarea conţine tabele, grafice şi diagrame pentru toate calculele necesare proiectării conductelor de transportat gaze şi a instalaţiilor anexe, corespunzătoare unei tehnologii moderne.

Utilitatea prezentei lucrări, faţă de cele publicate pînă în prezent în ţară şi în străinătate, rezultă din faptul că sintetizează toate aspectele legate de transportul gazelor naturale, atît din punct de vedere teoretic, cît şi aplicativ. Aceasta permite specialiştilor să poată analiza sisteme complexe de transportat gaze, care nu pot fi examinate din punct de vedere tehnic şi economic, numai cu relaţii simple de calcul al pierderilor de sarcină şi al rezistenţei materialului tubular.

Aprecierea eficienţei economice este făcută pe baza unor criterii concrete şi mai puţin pe baza relaţiilor matematice, care, de cele mai multe ori, nu pot cuprinde relaţiile economice existente şi conduc la soluţii nedeterminate.

Revista PETROL şi GAZE Redacţia: Bucureşti, Bd. Nicolae Bălcescu nr. 16 Sector 1, telefon 14. 72. 10/141. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere telefon 14 72 10/176 Bd. Nicolae Bălcescu, 16 cont 640 301-14. Banca Naţională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector1 Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamente individuale: lei 30 anual. Preţul unui exemplar lei 8. Taxele poştale plătite în numerar pe anul 1972 conform aprobării D.P.D.P. nr. 10/9416/1971.

Lei 8

I. P. I. c. 1352

14 330

☎ 147-15-42 SSSR MOSKVA 117330
MACHINOEXPORT
207 MOSKVA V-330 MACHINOEXPORT

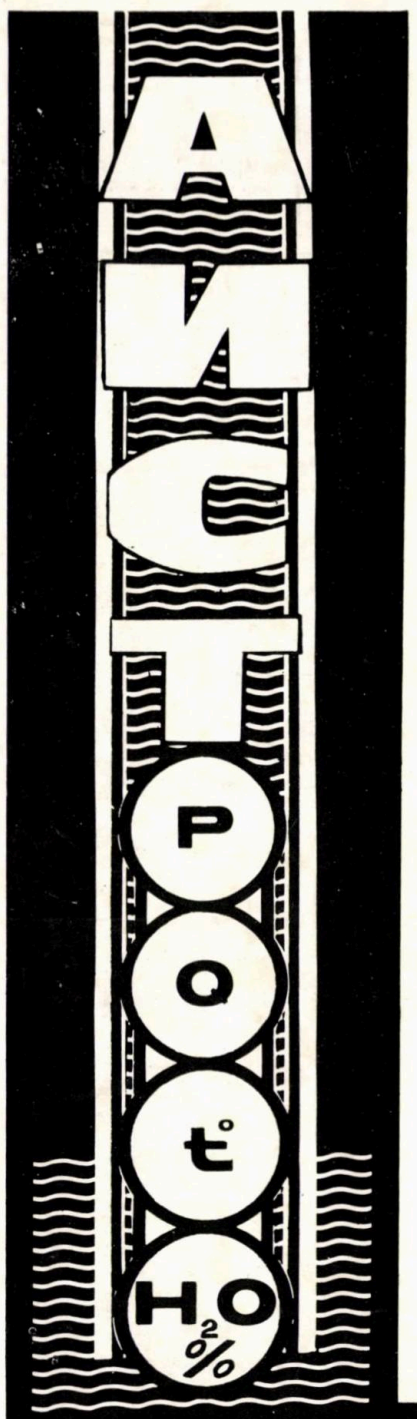
20

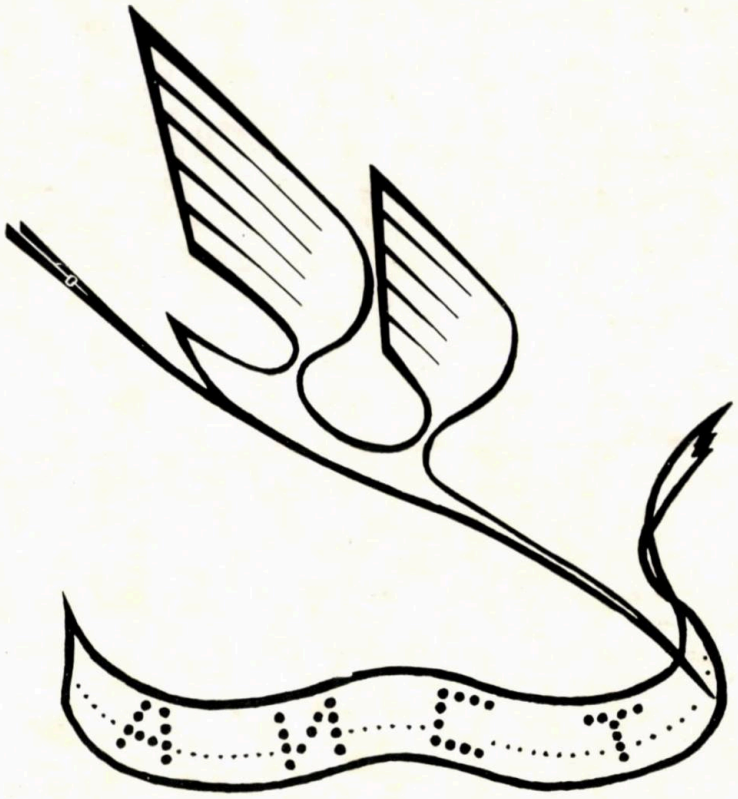
20 DE ANI DE ACTIVITATE A ÎNTREPRINDERII PE PIAŢA MONDIALĂ DE EXPORT MACHINOEXPORT

MAGNETOMETRU DE SONDAJ CU TREI COMPONENTE TSMK — 40

- folosit pentru măsurarea celor trei componente ale vectorului cîmpului magnetic, a creşterii componentei verticale a cîmpului, a susceptibilităţii magnetice a rocilor care formează pereţii sondei;
- funcţionează cu staţiile de carotaj care utilizează un cablu trifilar şi trolii transportabile;
- execută măsurări digitale pentru cele trei componente ale vectorului cîmpului magnetic de-a lungul sondei;
- măsoară în mod continuu creşterea componentei verticale a cîmpului magnetic şi a susceptibilităţii magnetice prin cea de-a doua sondă a puţului

Caracteristici		
Intervalul măsurat	±	210 000 γ
Eroare	±	100 γ
Diametrul aparatelor de sondă		40 mm
Putere medie necesară		3 W





AIST

Staţie automată de cercetare

Măsoară cu înaltă precizie:

Debitul
Consumul
Presiunea
Temperatura
Conţinutul de apă şi petrol,
în sondele de petrol eruptive şi de injecţie pînă la adîncimea de 5 000 m fără întrerupere în funcţionare

Înregistrează date prin metode analogice, numerice şi vizuale.

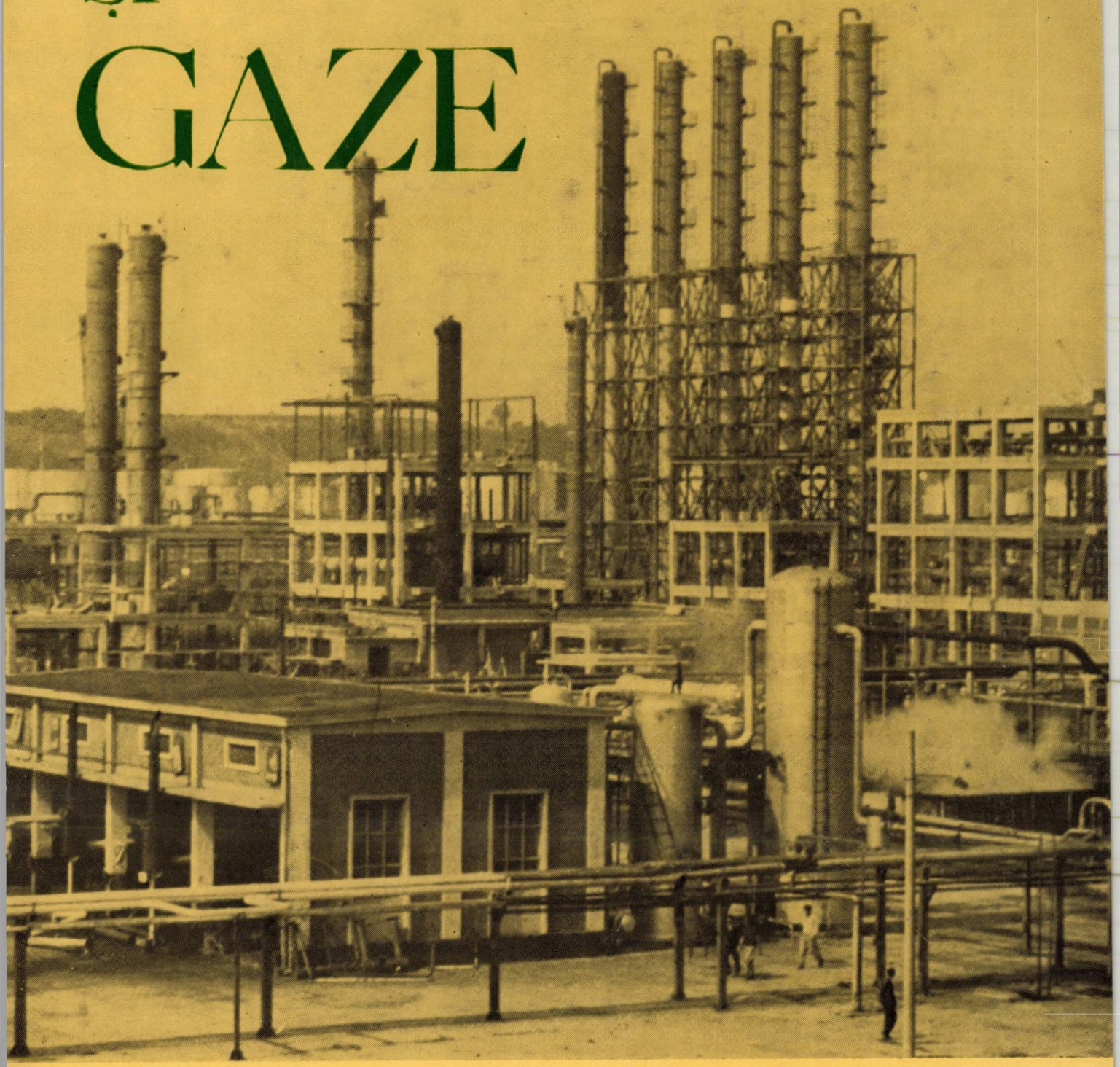
1972 OKT 0, 61

20 ЛЕТ

☎ 147-15-42 SSSR MOSKVA 117330
MACHINOEXPORT
207 MOSKVA V-330 MACHINOEXPORT

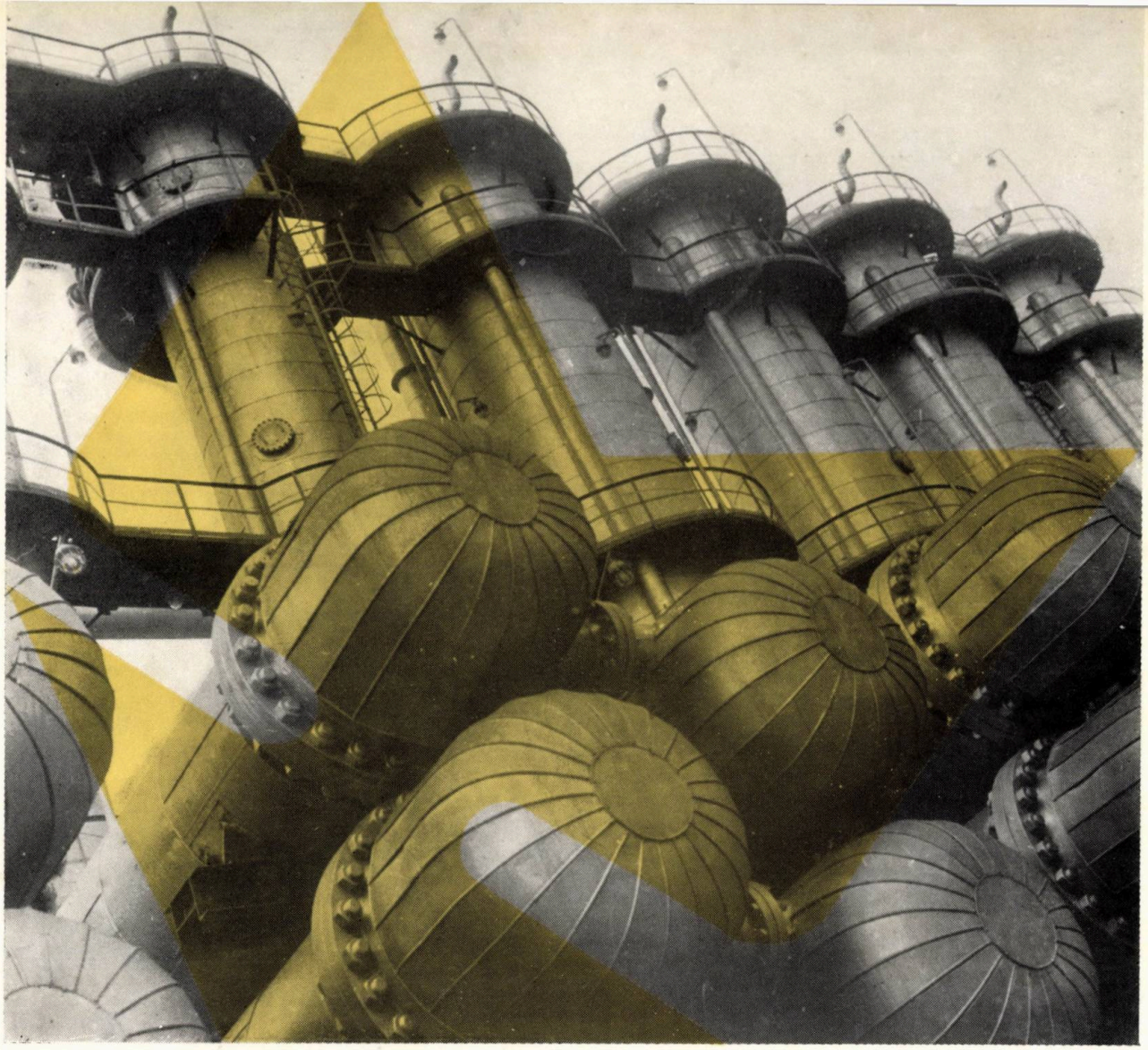
E1445

PETROL ȘI GAZE



Vol. 23 p. 513—564 SEPT. 1972
BUCUREȘTI * ROMÂNIA

9



petrom

State Enterprise Trade Bucharest — Romania 22 N. Bălcescu Bv
Phone : 15.69.64 for Foreign
Telex : 011374
Cables : PETROM — Bucharest

DELIVERS FOR EXPORT :

● complete refineries and oil-processing installations ; ● chemical plants and complete technological installations in the fields of petrochemistry, organic and inorganic chemistry, fertilizers, drugs, dyestuffs, synthetic fibers, plastics etc.; ● auxiliary installations for oi refineries and chemical plants ; ● licences and know-how in the field of chemica industries and oil-processing.

PETROM

in the world

- **Soda ash and caustic soda plant (100,000 t/y) — The Arab Republic of Egypt.**
- **Sulphuric acid plant (215,000 t/y) — Samsun, Turkey.**
- **Granulated superphosphate plant (220,000 t/y) — Elazig, Turkey.**
- **Caustic soda plant (60,000 t/y) — Shiraz, Iran.**
  Chloro-sulphonic acid plant (1,500 t/y) —The Arab Republic of Egypt.
- **Acetylo-salicylic acid plant (350 t/y) — The Korean People's Democratic Republic.**
- **Tannin extraction plant (500 t/y) — The Democratic Republic of Vietnam.**
- **Complete refinery for fuels (750,000 t/y) — Gauhati, India.**
- **Installations for the solventation of sulphur-containing oil (600,000 t/y) — Barauni, India.**
- **Installation for atmospheric distillation (1,3 mil. t/y) — The German Democratic Republic.**
- **Complex for lubricating oils — Haldia, India.**
- **Installation for the production of lubricating oil — The Chinese People's Republic.**
- **Refinery for fuels (2,5 mil. t/y) — Karachi, Pakistan.**

P E T R O M

Provides a wide range of services :

Technological studies and technical solutions obtained in the specialized Institutes for the processing of oil and for the chemical industries :

Complete chemical analyses of raw materials and of chemical and oil-derivated products carried out in laboratories and pilot plants, for an optimum valorification and for reaching design parameters ;

Preliminary studies of feasibility, set up and profile, for oil refineries, chemical plants and installations ;

Technological, technical, building and erection designs for refineries and chemical installations ;

Extension and updating of existing refineries and chemical plants ;

Training of the beneficiary's personnel, technical and operating staff for the installations delivered within similar installations in Romania ;

Consulting and expert activities in the fields of chemistry and oil-processing ;

Any type of chemical engineering studies.

MŰSZAKI KÖNYVTÁR DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1853

PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL INSTITUTULUI CENTRAL DE CERCETĂRI CHIMICE – BUCUREŞTI DIN MINISTERUL INDUSTRIEI CHIMICE

şi al

INSTITUTULUI DE CERCETARE ŞI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ŢIŢEI ŞI GAZE – CÎMPINA DIN MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

VOL. XXIII, Nr. 9
septembrie 1972

CUPRINS

* * * **Noi realizări ale petroliştilor în marea întrecere socialistă** 518

Gh. Peteu: **Stadiul şi perspectivele aplicării tehnicilor nucleare în industria petrolului** 519–523

D. Sandu şi V. Stănescu: **Contribuţii la studiul evoluţiei catagenetice a petrolului din meoţianul Avanfosei carpatice interne.** 524–527

Al. Vernescu: **Asupra unor probleme ale ingineriei de zăcămînt** 528–531

C. Lerescu: **Contribuţii la cunoaşterea acizilor naftenici romîneşti** 532–536

M. Mavrodin-Tărăbîc, I. Onaca şi I. Solacolu: **Pilele cu hidrocarburi – forma superioară de valorificare a combustibililor naturali. I. Sisteme cu oxidare directă** 537–541

C. Strătulă: **Metodă exactă de calcul al echilibrelor teoretice pentru amestecul binar. I** 542–549

T. Marinov: **Reducerea zgomotului produs de eşaparea motoarelor Diesel în industria extractivă de ţiţei.** 550–554

Cronică 541

Documentare 555–560

Informaţii tehnico-economice 561

Recenzii 554

CONTENTS

Gh. Peteu : **The Stage and Prospects of Nuclear Technique Application in the Oil Industry** 519—523

D. Sandu, V. Stănescu : **Contribution to the Study of Catagenetical Evolution of the Oil from the Meotian of the Internal Carpathian Foredeep** 524—527

Al. Vernescu : **Concerning some Problems of Field Engineering** 528—531

C. Lerescu : **Contributions to the Knowledge of Naphtenic Acids** 532—536

M. Mavrodin-Tărăbîc, I. Onaca, I. Solacolu : **The Hydrocarbon Piles as a Superior Way of Turning to Account the Natural Fuels. I. Direct Oxidation Systems** 537—541

C. Strătulă : **An Accurate Calculus Method of Theoretical Equilibria for the Binary Mixture** 542—549

T. Marinov : **Reducing the Noise Produced by the Exhaust of Diesel Engines in the Oil Extractive Industry** 550—554

Gh. Peteu: **The Study and Prospects of Nuclear Technique Application in the Oil Industry**

The first part reviews the stage and developmental trends of well geophysics in the field of nuclear geophysics methods and equipment including lithology and porosity methods, combinations of apparatus and devices, techniques using neutron generators in impulses.

The second part deals with the achievements and prospects of the use of underground nuclear explosions in ,,stimulating'' the fields, in the light of tests recently carried out in U.S.A. and U.S.S.R., with some examples concerning the effects deduced from experiments of mechanical order on production improvement and radioactive contamination.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 519
D.C. 622. 323 :665.6 : 621.039

D. Sandu, V. Stănescu : **Contribution to the Study of Catagenetical Evolution of the Oil from the Meotian of the Internal Carpathian Foredeep**

The authors present the results of a study concerning the evolution in catagenesis conditions of the oil from the Meotian of a sector of the Carpathian Foredeep based on the statistical-mathematical processing of the data concerning the contents of paraffinic, aromatic and naphtenic carbon as correlated with the hydrocarbon thermodynamics.

The general conclusion drawn from this study is that the soils studied originate from a primary type with paraffinic-naphtenic-aromatic characters, well conserved in the present composition, which has then been enriched in paraffins by the transforming in alkanes of some naptenic and aromatic hydrocarbons.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 524
D.C. 551.782. 1

Al. Vernescu : **Concerning some Problems of Field Engineering**

The continuously increasing number of data available for working out the most representative field models and mathematical models corresponding to the ,,personality'' of the fields, the necessity of using on a wide scale the digital electronic computers, the experience and contribution of the Romanian school of field engineering allow to formulate some conclusions regarding the training of a field engineer capable of solving the exploitation optimizing problems in the specialists teams he co-ordinates.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 528
D.C. 553. 982

C. Lerescu: **Contributions to the Knowledge of Naphtenic Acids**

The article presents a study concerning the structure of Romanian naphtenic acids frum heavy fractions of crude oil.

Since it is more difficult to study the structure of acids, we started from acids and arrived to hydrocarbon via ester — alcohol — iodide. The obtained hydrocarbon was analysed by means of structural group analysis and infrared spectrometry. Thus we obtained informations about the structure of napbtenic acids contained in the analysed raction.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 532
D.C. 665.666.55

M. Mavrodin-Tărăbîc, I. Onaca, I. Solacolu: **The Hydrocarbon Piles as a Superior Way of Turning to Account the Natural Fuels. I. Direct Oxidation Systems**

The paper presents the hydrocarbon pile systems in which the reaction on which the production of the electric current is based is the direct oxidation of the fuel (hydrocarbons). Some considerations are made concerning the characteristics of the main types of hydrocarbon piles, of electrocatalysts and electrolytes used and concerning the practical possibilities of obtaining them.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 537
D.C. 621. 352. 6

C. Strătulă : **An Accurate Calculus Method of Theoretical Equilibria for the Binary Mixture**

The paper describes an accurate graphical method for establishing the number of theoretical equilibria required for separating a binary mixture. The method represents a modification of the Mc Gabe — Thiele method and takes into account both the molar latent vaporization heats of the two components and the sensible heats. The results obtained by this method have been compared with those obtained by the method Chen and Mc Gabe — Thiele.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 542
D.C. 541.123.2.

T. Marinov: **Reducing the Noise Produced by the Exhaust of Diesel Engines in the Oil Extractive Industry**

The noise has a harmful effect on the humane organism. Its control requires a continuous fight.

An important noise source in a drilling rig is the exhaust of burnt gases in Diesesl engines. In order to attenuate this noise there has been suggested calculated from the acoustic and constructive point of view and applied a reactive attenuator of the derivate resonator type. By applying such an attenuator on the exhaust pipe of a Diesel engine, the noise level decreased by up to 18 dB.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 550
D.C. 622.276.5 : 613.644

MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1882

СОДЕРЖАНИЕ

Г. Петеу: **Изучение и перспективы применения ядерной техники в нефтяной промышленности** 519—523

Д. Санду. В. Стэнеску: **К вопросу катагенетической эволюции нефти из Меоциана внутренней карпатской Аванфосы** 524—527

Ал. Вернеску: **О ряде вопросов по залежной инженерии** 528—531

К. Лереску: **К вопросу изучения нафтеновых кислот** 532—536

М. Мавродин-Тэрэбык, И. Онака, И. Солаколу: **Батарея с углеводородами-высшая форма использования природного топлива. I. Система с прямым окислением** 537—541

К. Стрэтулэ: **Точный метод вычисления теоретических равновесий для бинарной смеси** 542—549

Т. Маринов: **Уменьшение шума производимого выхлопом дизельных моторов в нефтедобывающей промышленности** 550—554

Г. Петеу:: **Изучение и перспективы применения ядерной техники в нефтяной промышленности**

В первой части работы проводится обозрение стадии и стремлений по развитию геофизики скважин в области методов и аппаратуры по ядерной геофизике: литологические методы, пористости, комбинирование аппаратов и приборов, техники применяющей нейтронные генераторы с импульсами. Вторая часть относится к достижениям и перспективам применения ядерных подземных взрывов для ,,стимулирования'' залежей проведенных за последний период в США и в СССР с примерами относительно эффектов полученных в результате испытаний механического порядка, по улучшению продукции и по реактивной опасности.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 519
Д К. 622.323 :665.6 : 621.039

Д. Санду, В. Стэнеску: **К вопросу катагенетической эволюции нефти из Меоциана внутренней карпатской Аванфосы**

Авторы приводят результаты изучения по эволюции в условиях категенезиса нефти одной части карпатской Аванфосы, полученных путем статистико-математической переработки содержания парафиновых, ароматических и нафтеновых углеродов, коррелятивно с принципами термодинамики углеводородов. Общее заключение которое выводится из этого изучения показывает что изучаемые нефти происходят из первичного типа с парафино-нафтено-ароматическими характерами хорошо сохранившихся в теперешней композиции, которая затем обогатилась парафинами путем превращения в алканы некоторых нафтеновых и ароматических углеводородов.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 524
Д.К. 551.782.1

Ал. Вернеску: **О ряде вопросов по залежной инженерии**

Непрерывное согласование совокупности данных для разработки наиболее представительных моделей по залежам и математических моделей которые соответствовали бы ,,индивидуальности'' залежей, необходимость применения в широком маштабе электронно-вычислительных машин, опыт и вклад румынской инженерной школы по залежам, дают возможность формулировать несколько выводов относительно подготовки и формирования инженера по залежам, способного решать вопросы по оптимизации эксплуатаций, в бригадах специалистов которые он координирует.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 528
Д.К. 553.982

К. Лереску: **К вопросу изучения нафтеновых кислот**

В статье приводится изучение относительно структуры румынских нафтеновых кислот, из высших нефтяных фракций. Так как структуру кислот изучить труднее, перешли от кислот, посредством эфир-алкоголь-галогенированное производное, к соответствующему углеводороду. Он был анализирован методом анализа по структуральным группам и И. К. спектрометрии. Определили таким образом, структуру нафтеновых кислот имеющихся в анализированной фракции.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 532
Д.К. 665.666.55

М. Мавродин-Тэрэбык, И. Онака, И. Солаколу: **Батарея с углеводородами-высшая форма использования природного топлива. I. Системы с прямым окислением**

В работе приводятся системы батареи с углеводородами у которых реакция на основе которой производится электрический ток является прямое окисление топлива (углеводороды). Приводятся соображения по характеристикам главных типов батарей с углеводородами, электрокатализаторов и применяемых электролитов и относительно возможности их практической реализации.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 537
Д.К. 621.352.6

К. Стрэтулэ: **Точный метод вычисления теоретических равновесий для бинарной смеси**

В работе приводится точный графический метод по определению числа теоретических равновесий необходимых сепарации бинарной смеси. Метод представляет собой изменение метода Мк Габе-Тиеле и учитывает молярные скрытые теплоты испарения обоих компонентов, а также и чувствительные теплоты. Результаты полученные этим методом сопоставили с результатами полученными методом Кена и методом Мк Габе Тиеля.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 542
Д К. 541.123.2

Т. Маринов: **Уменьшение шума выхлопом дизельных моторов в нефтедобывающей промышленности**

Шум имеет вредное влияние на человеческий организм. Для его удаления ведется непрестанная борьба. Одним из важных источников шума в буровых установках является и выхлоп дымового газа дизельного мотора. Для того что бы уменьшить этот шум предложили и применили, вычисленный, с акустической и с конструктивной точек зрения реактивный ослабитель типа производных резонаторов. В результате применения такого ослабителя в выхлопной трубе дизельного мотора уровень шума уменьшается до 18 дБ.

Petrol şi Gaze **23**, 1972, nr. 9, p. 550
Д К. 622.276.5 : 613.644

INHALT

Gh. Peteu : **Stand und Perspektiven der Anwendung der Kerntechnik in der Erdölindustrie** 550—552

D. Sandu, V. Stănescu: **Beiträge zum Studium der kathagenetischen Entwicklung des Erdöls im Miozän in den inneren Vorkarpatenbecken** 519—523

Al. Vernescu: **Über einige Probleme der Ingenieurwissenschaft im Bereich der Lagerstättenforschung** 524—527

C. Lerescu: **Beiträge zur Erkenntnis naphtenischer Säuren** 528—531

M. Mavrodin-Tărăbîc, I. Onaca, I. Solacolu : **Kohlenwasserstoffelemente — überlegene Form der Nutzung natürlicher Brennstoffe (I) Systeme der direkten Oxydation** 532—536

C. Strătulă : **Exaktes Berechnungsverfahren der theoretischen Gleichgewichte für das binäre Gemisch** 537—541

T. Marinov: **Herabsetzung des, vom Auspuff der Dieselmotoren in der erdölfördernden Industrie verursachten Lärms** 542—549

Gh. Peteu: **Stand und Perspektiven der Anwendung der Kerntechnik in der Erdölindustrie**

Im ersten Teil wird ein Überblick über den gegenwärtigen Stand und die Entwicklungsperspektiven der Sondengeophysik im Bereich der Methoden und Apparatur für nukleare Geophysik geboten: Methoden der Lythologie der Porosität, der Kombination von Apparaten Vorrichtungen und der Anwendung von Impulsneutronengebern.

Im zweiten Teil bezieht sich der Verfasser auf die Erfolge und die Perspektiven der Anwendung von unterirdischen Kernexplosionen für die „Stimulation" der Lagerstätten, Versuche, die in letzter Zeit in den USA und der UdSSR unternommen wurden. Ferner werden Beispiele in bezug auf diese Versuche , was die Verbesserung der Förderleistung und die radioaktive Verseuchung betrifft, angeführt.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr.9, p. 519
D.K. 622.323:665.6:621.039

D. Sandu, V. Stănescu: **Beiträge zum Studium der kathagenetischen Entwicklung des Erdöls im Miozän in den inneren Vorkarpatenbecken**

Der Artikel umfasst die Ergebnisse des Studiums im Zusammenhang mit der Entwicklung des Erdöls in Miozän eines Abschnitts der Vorkarpatenbecken unter Kathagenesebedingungen. Zu diesem Zweck wurde der Gehalt an paraffinischen, armoatischem und naphtenischen Kohlenstoff vom statistischen und mathematischen Standpunkt aus verarbeitet und mit den Prinzipien der Thermodynamik der Kohlenwasserstoffe korreliert.

Die allgemeine Schlussfolgerung dieser Studie ist, dass die betreffenden Erdöle von einem primären Typ von paraffinisch, naphtenischer und aromatischer Art herrühren, der sich in der gegenwärtigen Zusammensetzung gut erhalten hat, um sich sodann, durch die Verwandlung einiger naphtenischen und aromatischen Kohlenwasserstoffen zu Alkalien, mit Parffin zu bereichern

Petrol şi Gaze **23**, 1972, nr 9, p. 524
D.K. 551.782.1

Al. Vernescu: **Über einige Probleme der Ingenieurwissenschaft im Bereich der Lagerstättenforschung**

Die weitere Verwertung der Datenfülle für die Ausarbeitung repräsentativer Lagerstättenmodelle und mathematischer Modelle, die dem Wesen der Lagerstätten entsprechen, die Notwendigkeit einer breiten Anwendung nummerischer Elektronenrechner, die Erfahrung und der Beitrag der rumänischen Schule für Lagerstättenforschung, ergaben eine Reihe von Schlussfolgerungen in bezug auf die Ausbildung von Lagerstätteningenieuren für die Optimalgestaltung des Förderbetriebs und die Koordinierung der Spezialistenteams.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 528
D.K. 553. 982

C. Lerescu: **Beiträge zur Erkenntnis naphtenischer Säuren**

Der Verfasser untersuchte das Gefüge der rumänischen naphtenischen Säuern in den Toppfraktionen des Erdöls. Da das Gefüge der Säuren schwerer zu untersuchen ist, ging man von den über das Ester-Alkohol-Halogenatderivat zum betreffenden Kohlenwasserstoff über. Dieses wurde einer Analyse nach Gefügegruppen und der Infrarotspektroskopie unterzogen.

Auf diese Weise wurde das Gefüge der, in der analysierten Fraktion enthaltenen naphtenischen Säuren bestimmt.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 532
D.K. 665.666.55

M. Mavrodin-Tărăbîc, I. Onaca, I. Solacolu: **Kohlenwasserstoffelemtente — überlegene Form der Nutzung natürlicher Brennstoffe (1). Systeme der direkten Oxydation**

Im Artikel werden Elementesysteme mit Kohlenwasserstoffen dargelegt, bei denen die Reaktion, die die Grundlage der Stromerzeugung bildet, die direkte Oxydation des Brennstoffs (Kohlenwasserstoffe) darstellt. Es werden Erwägungen in bezug auf die Kennzeichen der wichtigsten Typen von Kohlenwassersoffelementen, der verwendeten Elektrokatalysatoren und Elektrolyte sowie die Möglichkeiten der praktischen Verwertung dieser Art von Stromquellen aufgestellt.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 537
D.K. 621.352.6

C. Strătulă : **Exaktes Berechnungsverfahren der theoretischen Gleichgewichte für das binäre Gemisch**

Es wird exaktes graphisches Verfahren zur Darstellung der Zahl theoretischer Gleichgewichte für die Trennung eines binären Gemisches dargelegt. Das Verfahren ist eine Ableitung der McGabe-Thiele-Methode und zieht sowohl die molare latente Verdampfungswärme beider Komponenten als auch die empfindliche Wärme in betracht. Die durch dieses Verfahren erzielten Ergebnisse wurden mit jenen verglichen, die durch die Chen-Methode und die McCabe-Thiele-Methode erzielt wurden

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 542
D.K. 541.123.2

T. Marinov: **Herabsetzung des, vom Auspuff der Dieselmotoren in der erdölfördernden Industrie verursachten Lärms**

Der Auspuff des Dieselmotors stellt eine wesentliche Lärmquelle einer Bohranlage dar. Um in diesem Fall den Lärm herabzusetzen wurde ein Reaktiv—Dampfer vom Typ der abgeleiteten Resonatoren entwickelt und angewandt. Der Aufsatz eines solchen Dämpfers am Auspuffrohr des Diesels senkt den Lärmpegel um Werte bis 18 dB.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 550
D K. 622. 276.5 : 613.644

SOMMAIRE

G. Peteu: **Le stade et les perspectives de l'application des techniques nucléaires dans l'industrie du pétrole** 519—523

D. Sandu, V. Stănescu: **Contributions à l'étude de l'évolution catagénétique du pétrole du Méotien de l'Avant-fosse carpatique interne** 524—527

Al. Vernescu: **Certains problèmes qui se posent aux ingénieurs de gisements** 528—531

C. Lerescu: **Contributions à la connaissance des acides naphténiques** 532—536

M. Mavrodin-Tărăbîc, I. Onaca, I. Solacolu: **Les piles aux hydrocarbures, des formes supérieures de mise en valeur des combustibles naturels. I. Systèmes à oxydation directe.** 537—541

C. Strătulă: **Méthode exacte de calcul des équilibres théoriques pour le mélange binaire** 542—549

T. Marinov: **Réduction du bruit produit par l'échappement des moteurs Diesel dans l'industrie extractive de brut** 550—554

Gh. Peteu: **Le stade et les perspectives de l'application des techniques nucléaires dans l'industrie du pétrole**

Dans la première partie, on passe en revue le stade et les tendances de développement de la géophysique des sondes, dans le domaine des méthodes et de l'appareillage de la géophysique nucléaire: méthodes de lithologie, de porosité, combinaisons d'appareils et dispositifs, techniques utilisant des générateurs de neutrons en impulsions.

La deuxième partie se réfère aux réalisations et aux perspectives de l'utilisation des explosions nucléaires souterraines pour "stimuler" les gisements, effectuées, durant la dernière période aux U.S.A. et en U.R.S.S., avec des exemples concernant les effets déduits des expériences d'ordre mécanique sur l'amélioration de la production et la contamination radioactive.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 519
C.D. 622.323 : 665.6 : 621.039

D. Sandu, V. Stănescu: **Contributions à l'étude de l'évolution catagénétique du pétrole du Méotien de l'Avant-fosse carpatique interne**

Les auteurs présentent les résultats de l'étude concernant l'évolution dans des conditions de catagenèse du pétrole du Méotien d'un secteur de l'Avant-fosse carpatique, étude fondée sur l'analyse statistico-mathématique des teneurs en carbone paraffinique, aromatique et naphténique en relation avec les principes de la thermodynamique des hydrocarbures.

La conclusion générale qui se dégage de cette étude est celle que les pétroles étudiés proviennent d'un type primaire aux caractères paraffino-naphténo-aromatiques, bien conservés dans la composition actuelle, qui s'est ensuite enrichie en paraffines, par la transformation en alcanes de certains hydrocarbures naphténiques et aromatiques.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 524
C.D. 551.782.1

Al. Vernescu: **Certains problèmes qui se posent aux ingénieurs de gisements**

L'emploi judicieux de l'ensemble de données ayant trait à l'élaboration des modèles de gisement et des modèles mathématiques qui correspondent à la „personnalité" des gisements, la nécessité d'utiliser sur une vaste échelle les calculatrices électroniques numériques, l'expérience et la contribution de l'école roumaine des ingénieurs de gisement permettent de formuler quelques conclusions sur la préparation et la formation d'un ingénieur de gisement, capable de résoudre les problèmes d'optimisation de l'exploitation, dans les équipes de spécialistes qu'ils coordonnent.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 528
C.D. 553.982

C. Lerescu: **Contributions à la connaissance des acides naphténiques**

On présente une étude concernant la structure des acides naphténiques roumains, existant dans les fractions supérieures du pétrole.

Parce qu'il est plus difficile d'étudier les acides que les hydrocarbures qui en résultent on doit passer par l'intermède des esters — alcools — iodures à hydrocarbure. L'étude a été faite à l'aide de l'analyse par groupes structuraux et par la spectrométrie en infra-rouge.

On a déterminé ainsi la structure des acides naphténiques contenus dans la fraction analysée.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 532
C.D. 665.666.55

M. Mavrodin-Tărăbîc, I. Onaca, I. Solacolu: **Les piles aux hydrocarbures, des formes supérieures de mise en valeur des combustibles naturels. I. Systèmes à oxydation directe**

L'article présente les systèmes aux piles d'hydrocarbures dans lesquels la réaction qui se trouve à la base de la production du courant électrique est l'oxydation directe du combustible (les hydrocarbures.) On fait des considérations sur les caractéristiques des principaux types de piles aux hydrocarbures, des électrocatalysateurs et des électrolytes utilisés et sur les posibilités de réalisation pratique.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 537
C.D. 621.352.6

C. Strătulă: **Méthode exacte de calcul des équilibres théoriques pour le mélange binaire**

L'article présente une méthode graphique exacte pour établir le nombre d'équilibres théoriques nécessaires à la séparation d'un mélange binaire. La méthode représente une modification de la méthode Mc Gabe—Thiele et tient compte autant des chaleurs latentes molaires de vaporisation des deux composants, que des chaleurs sensibles. Les résultats obtenus par cette méthode ont été comparés à ceux obtenus par la méthode Chen et la méthode Mc Gabe — Thiele.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 9, p. 542
C.D.541.123.2

T. Marinov: **Réduction du bruit produit par l'échappement des moteurs Diesel dans l'industrie extractive de brut**

Le bruit a un effect nuisible sur l'organisme humain. Pour le combattre, on mène une lutte continue.

Une source importante de bruit dans une installation de forage est aussi constituée par l'échappement des gaz brûlés du moteur Diesel. Afin d'atténuer ce bruit on a proposé, calculé du point de vue acoustique et constructif et appliqué un atténuateur réactif du type des résonateurs dérivés. A la suite de l'application d'un tel atténuateur sur le tuyau d'échappement d'un moteur Diesel, le niveau du bruit a diminué de jusqu'à 18 dB.

Petrol şi gaze, **23**, 1972, nr. 9. p. 550
C.D. 622.276.5 : 613.644

Noi realizări ale petroliştilor, în marea întrecere socialistă

Traducînd în viaţă istoricele hotărîri ale Conferinţei Naţionale a P.C.R., petroliştii obţin succese deosebite în întrecerea socialistă pentru realizarea planului cincinal în patru ani şi jumătate.

Colectivul Întreprinderii de foraj-Craiova a raportat realizarea planului la toate secţiile şi la toate sondele. De la începutul anului şi pînă la 20 august a.c. s-au forat suplimentar peste 7 000 m. În acelaşi timp, productivitatea muncii a sporit cu 9 % faţă de 2 % cît prevedea angajamentul. De asemenea, s-a realizat o viteză de foraj cu 5,8 % mai mare decît planul, depăşindu-se şi la acest capitol angajamentul asumat în întrecere. Printre factorii care au contribuit la obţinerea acestor succese, se numără în primul rînd aplicarea metodei „drumului critic" la cielul de montaj, ceea ce a redus timpul de montare a unei instalaţii 4 LD cu 5 zile, iar la 2 DH cu 2 zile. A fost generalizat montajul sondelor pe fundaţii din prefabricate din beton, recuperabile, la toate sondele mici şi la peste 60 % din sondele de mare adîncime. Sporirea vitezei de foraj s-a realizat prin aplicarea şi extinderea forajului cu jet, metodă prin care au fost săpaţi în acest an circa 60 000 m. De remarcat că sondorii craioveni au obţinut, în ultimul timp, viteze de foraj care depăşesc cu mult cele mai înalte recorduri atinse în cei 15 ani de activitate.

Cu realizări însemnate în marea întrecere socialistă se înscriu şi petroliştii prahoveni din schela Cîmpina, de exemplu, toate brigăzile de intervenţii au înregistrat depăşiri de normă şi mai ales cele din secţiile I şi II cu depăşiri ale normelor de lucru de peste 2 %. La Schela Băicoi maiştrii au hotărît să lucreze în trei schimburi, pentru a asigura o permanentă asistenţă tehnică.

Un alt obiectiv al întrecerii socialiste este modernizarea producţiei prin inovaţii. Aportul inovatorilor de la Întreprinderea de foraj-Ploieşti la obţinerea unor rezultate economice superioare, se concretizează în finalizarea unor lucrări tehnice şi tehnologice realizate în acest an şi estimate valoric la o eficienţă de peste o jumătate de milion lei. Tabloul de comandă electric pentru prevenitoarele hidraulice, simplificarea comenzii pneumatice la instalaţiile de foraj 4 LD—150, adaptarea penelor pentru etanşare, sînt doar cîteva dintre inovaţiile cu eficienţă economică însemnată realizate în întreprindere.

Bilanţul înfăptuirilor este bogat şi pentru unităţile petroliere din judeţul Argeş. Două exemple sînt grăitoare în această privinţă. Sondorii Întreprinderii de foraj Băscov au forat în plus în şapte luni din acest an 6 000 m, iar petroliştii Schelei Maşoaia, aplicînd tratamente tensoactive la două sonde au făcut să crească debitele productive cu 40 % faţă de perioada anterioară. De asemenea, operaţiile de consolidare efectuate la sonde pentru combaterea viiturilor de nisip au dus la creşterea debitului de trei ori.

Veştile sosite de la petroliştii din judeţul Bacău scot în evidenţă depăşirea celor mai bune performanţe realizate pînă în prezent. Mare parte din realizări se datoresc mobilizatoarei chemări la întrecere lansată de brigada condusă de Ion Dîrlău. La finele lunii iulie, pe graficul de producţie a unităţii de foraj-Moineşti a fost înscris un plus de 3 200 m forati peste plan, iar timpul neproductiv a înregistrat o continuă întrecere, fiind la cele mai multe sub 10 %. Aplicarea unor metode eficiente, cum ar fi optimizarea regimului de foraj la unele structuri, utilizarea stabilizatorilor pentru reducerea deviaţiilor, scurtarea timpului de manevră şi folosirea mijloacelor de mică mecanizare, au permis reducerea preţului de cost la unitatea de foraj-Tg. Oena cu circa 30 % faţă de deviz şi a timpului auxiliar neproductiv sub cota prevăzută. Între parametrii semnificativi notăm mărirea vitezei de foraj la 76 m pe lună la fiecare instalaţie, sporirea metrajului pe brigadă de la 5 000 la 6 692 m şi reducerea cheltuielilor cu 42 lei pe metru în acest an faţă de 1971.

Printre evenimentele care se înscriu cu majuscule în tabloul întrecerii socialiste consemnăm îndeplinirea în întregime, încă de la mijlocul lunii august, a angajamentului anual pe platforma petrochimică de la Brazi. Rafinorii au produs suplimentar 10 500 t benzine.

Colectivele de rafinori din Centrala industrială a prelucrării ţiţeiului-Ploieşti au raportat, de asemenea, realizarea angajamentelor majorate pe acest an la producţia globală şi producţia marfă. Volumul producţiei suplimentare pe şapte luni se exprimă fizic în cele peste 10 000 t de benzine, uleiuri minerale, petroluri, materiale şi alte derivate din ţiţei de calitate superioară obţinute peste plan. În această perioadă au fost asimilate şi introduse în fabricaţia curentă peste 80 de sortimente noi cu caracteristici funcţionale înalte, competitive pe piaţa mondială. Numai specialiştii rafinăriei Ploieşti au elaborat în acest an 16 noi tehnologii de fabricaţie a uleiurilor, au finalizat studii valoroase pentru determinarea caracteristicelor ţiţeiului provenit din structurile noi, au fabricat uleiuri pentru transformator prin hidrofinare şi solventare, uleiuri albe din fracţiuni solventate şi alte noi sortimente.

Sectorul de prelucrare a ţiţeiului din ţara noastră se îmbogăţeşte mereu cu noi unităţi productive. Străduinţele constructorilor şi beneficiarilor se îndreaptă spre scurtarea termenului de dare în exploatare. Astfel, instalaţia de fabricare a uleiurilor de mic tonaj de la Rafinăria Ploieşti, care avea termen de intrare în producţie la sfîrşitul anului, a fost pusă în funcţiune încă din luna iulie. Prin scurtarea termenului se vor realiza, în plus, pînă la sfîrşitul acestui an peste 600 t de uleiuri.

Un aport substanţial în dezvoltarea industriei de prelucrare a ţiţeiului aduce colectivul Institutului de cercetare şi proiectare tehnologică pentru prelucrarea ţiţeiului din Ploieşti. Pentru îndeplinirea hotărîrilor Conferinţei Naţionale a Partidului specialiştii acestui institut intensifică preocuparea pentru asigurarea asistenţei tehnologice la instalaţiile de prelucrare a ţiţeiului existente, elaborează tehnologii moderne în scopul utilizării cu eficienţă sporită a materiilor prime, a creşterii gradului lor de prelucrare şi ridicării calităţii produselor. Într-o fază foarte avansată se află lucrările de valorificare a tehnologiei de fabricare a uleiurilor cu indice de viscozitate ridicat, prin tratare cu hidrogen printr-un procedeu original. Intrarea în funcţiune a acestei instalaţii va aduce un beneficiu suplimentar de 12 milioane lei pe an, obţinîndu-se totodată un sortiment mai larg de uleiuri de calitate superioară şi o creştere a gradului de prelucrare a ţiţeiului. La aceste succese obţinute de cercetarea românească în domeniul uleiurilor lubrifiante se înscrie şi devansarea cu doi ani a cercetărilor pentru elaborarea unui proces şi catalizator de hidrocracare a fracţiunilor petroliere medii şi grele prin aplicarea cărora se vor aduce modernizări actualelor scheme de prelucrare a ţiţeiului.

Este cunoscută activitatea I.C.P.T.P.Ţ. în domeniul producerii aditivilor pentru uleiuri. În prezent cercetătorii institutului se ocupă de obţinerea unor produse mai active, cu performanţe comparabile cu cele realizate pe plan mondial. Astfel, au şi fost industrializaţi doi aditivi pentru uleiuri cu asemenea calităţi şi sînt în curs de efectuare noi lucrări de cercetare şi proiectare pentru diverse alte forme de aditivi. O parte din lucrările de cercetare sînt afectate elaborării unor procese de obţinere a combustibililor de calitate superioară.

I. Realizări şi tendinţe în domeniul metodelor şi al aparaturii de carotaj radioactiv

Gh. I. Peteu

Introduse din necesitatea investigării sondelor tubate (carotajul gama în anul 1939 şi carotajul neutronic în anul 1941), tehnicile de investigare în sonde, bazate pe radiaţiile nucleare, au înregistrat o continuă dezvoltare, atît în ceea ce priveşte latura propriu-zisă de *cercetare* a formaţiunilor, cît şi aceea de *studiu* şi de *control* al tehnologiilor aplicate în foraj, extracţie, recuperare secundară etc.

În perioada scursă de la introducerea carotajului radioactiv pînă în prezent, preocupările intense au permis diversificarea metodelor de investigare geofizică radiometrică; trebuie remarcat însă faptul că în ultimii ani au avut loc perfecţionări de ordin tehnologic şi instrumental care s-au reflectat vizibil în caracteristicile şi performanţele aparaturii geofizice.

Iniţial, diagrafia de radioactivitate realizată de carotajul gama, neutron-gama şi neutron-neutron a fost folosită exclusiv în scopuri legate de investigarea litologiei formaţiunilor geologice. Cercetările fecunde de laborator şi de şantier, avînd ca obiectiv definirea relaţiilor fundamentale dintre parametrii măsuraţi şi caracteristicile petrofizice ale zăcămintelor, au permis trecerea la evaluarea cantitativă a profilelor de radioactivitate, accentuată după extinderea de rutină a carotajului gama-gama.

Cu ocazia Congresului al VIII-lea al petrolului, care a avut loc la Moscova în 1971, au fost dezbătute în mai multe secţiuni probleme legate de aplicarea tehnicilor nucleare la prospectarea şi valorificarea zăcămintelor de hidrocarburi (tabela 1).

În cele ce urmează se va face o prezentare — dedusă din conţinutul lucrărilor comunicate la congres — a stadiului şi a perspectivelor de dezvoltare a metodelor şi aparaturii de geofizică nucleară, urmată de trecerea în revistă a preocupărilor din domeniul metodelor de stimulare nucleară a zăcămintelor de hidrocarburi.

TABELA 1

Domeniul	Titlul lucrărilor prezentate şi autorii	Conţinutul lucrărilor
Geofizica de sonde	— Tehnici de diagrafie în sonde (autori: J.Ribaud — Franţa şi N.A. Schuster — S.U.A.	— Determinarea parametrilor petrofizici ai rocilor traversate de sonde — Aprecierea de ordin calitativ şi cantitativ a conţinutului formaţiunilor perolifere
	— Tehnici de investigare geofizică folosind generatori de neutroni în impulsuri (autor: T. Itoh — Japonia)	— Determinarea naturii fluidelor de zăcămînt prin punerea în evidenţă, selectiv, al prezenţei elementelor C, O, Cl în fluidele de zăcămînt
Exploatarea zăcămintelor de ţiţei şi gaze	— Explozii nucleare subterane pentru stimularea zăcămintelor de ţiţei şi gaze (autori: S. A. Orudjev ş. a. U.R.S.S.)	— Stimularea producţiei zăcămintelor de ţiţei şi creşterea recuperării la zăcămintele cu permeabilităţi foarte reduse
	— Sitmularea nucleară a unui zăcămînt de gaze. Proiectul Rulison (autor: G. W. Frank — S.U.A.	— Stimularea producţiei zăcămintelor de gaze şi creşterea recuperării la zăcămintele cu permeabilitate redusă.

METODE ŞI APARATURĂ DE GEOFIZICĂ NUCLEARĂ

Metode de litologie

Radioactivitatea naturală gama a rocilor continuă să figureze ca un parametru de bază în programul uzual de investigare pentru litologie. Paralel cu îmbunătăţirea tehnicii de interpretare a diagrafiei de carotaj gama — spectru energetic integral, a crescut interesul pentru analiza energiei spectrului radiaţiilor gama înregistrate în diagrafie [1].

Metode de porozitate

O atenţie deosebită a fost acordată tehnicii de investigare neutronice, domeniu în care s-au înregistrat perfecţionări remarcabile.

Apariţia în perioada scursă de la cel de-al VII-lea Congres al petrolului a aparatului de carotaj pentru neutroni epitermici, cunoscut sub denumirea de „Sidewal Neutron Porosity-SNP" cu caracteristici îmbunătăţite, avînd dispozitivul sursă-detector adaptat pe o patină expandabilă, a permis trecerea la o etapă superioară a folosirii diagrafiei neutronice.

Tot în domeniul diagrafiei geofizice nucleare, în ultimul timp a fost introdus un nou aparat pen-

tru carotaj neutronic de tipul „cu compensare" [1]. Aparatul este echipat cu doi detectori de neutroni, care interceptează distribuția spațială în formațiune a neutronilor furnizați de o sursă izotopică, permițînd astfel reducerea (minimalizarea) efectelor fluidului din gaură, a turtei de colmatare, a coloanei și a cimentului. Semnalul detectorului este convertit direct în unități de porozitate. Aparatul poate fi combinat cu dispozitivele altor metode de investigare geofizică.

În tehnica interpretării diagrafiei neutronice, avînd ca scop determinarea corectă a porozității, a apărut ideea verificării calibrării măsurătorilor prin interpretare, considerîndu-se că datele estimate ar putea fi compatibile cu altă valoare a calibrării.

În acest scop au fost realizate abace de reinterpretare, similare acelora în care se introduc valorile unor porozități extreme (maxime și minime) ale formațiunilor reprezentate în diagramă, precum și corecția pentru efectul turtei de colmatare.

Combinări de metode și dispozitive

Dezvoltarea tehnicilor de investigare geofizică folosind combinări de metode și dispozitive a condus și la diversificarea combinațiilor care includ metode radiometrice :

— Carotajul gama este prezent în ansamblurile de investigare pentru litologie alături de metoda potențialului natural spontan sau înlocuind P.S-ul, atunci cînd condițiile de investigare nu permit obținerea diagrafiei P.S. (găuri de sondă tubate, fluide de foraj mineralizate sau cu conținut ridicat în țiței sau motorină etc.).

— Carotajul neutronic face parte în mod frecvent din combinațiile de investigare pentru porozitate.

— Carotajul gama-gama a intrat, de asemenea, în combinațiile dispozitivelor pentru porozitate la investigarea formațiunilor carbonatice sau argiloase.

În combinările de metode și dispozitive larg folosite în ultima perioadă, apar tipuri perfecționate de carotaj radioactiv neutronic și gama-gama, așa cum se va exemplifica în continuare :

— Carotajul neutronic cu compensare este inclus în combinația : *carotaj neutronic + carotaj gama-gama + carotaj gama + cavernometrie*, elaborîndu-se programe uzuale de investigare și tehnici de interpretare corespunzătoare. Un exemplu de diagrafie realizată cu această combinație de dispozitive este ilustrat în figura 1. În diagramele din figură profilul de inducție este prezentat, în paralel, ca diagrafie de comparație.

Înregistrarea simultană a diagrafiei exemplificate asigură obținerea parametrilor de bază pentru determinarea litologiei și a porozității formațiunilor, inclusiv a factorului de corecție pentru diametrul găurii de sondă.

Combinația *carotaj neutronic-carotaj de densitate* s-a dovedit deosebit de utilă la punerea în evidență a relației dintre porozitate și litologie, mai avantajoasă decît combinația indice neutronic-timp de tranzit sonic, datorită puterii de diagnosticare superioare.

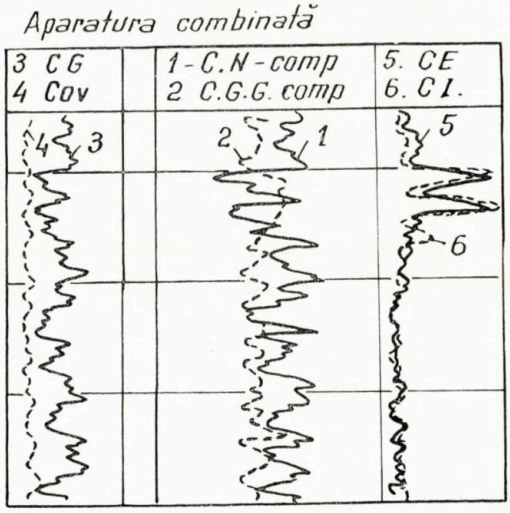


Fig. 1. Diagrafie înregistrată simultan cu aparatură combinată:
1 — carotaj neutronic compensat; *2* — carotaj de densitate compensă; *3* — carotaj gama; *4* — cavernometrie; *5* — diagrafie electrică; 6 — diagrafie electrică.

De asemenea, carotajul gama este prezent într-o combinație recentă, care *cuprinde carotajul de inducție și cu focalizare sferică și carotajul sonic compensat* (fig. 2). Ansamblul de diagrafie astfel realizat permite o interpretare mai apropiată de realitate în ceea ce pri-

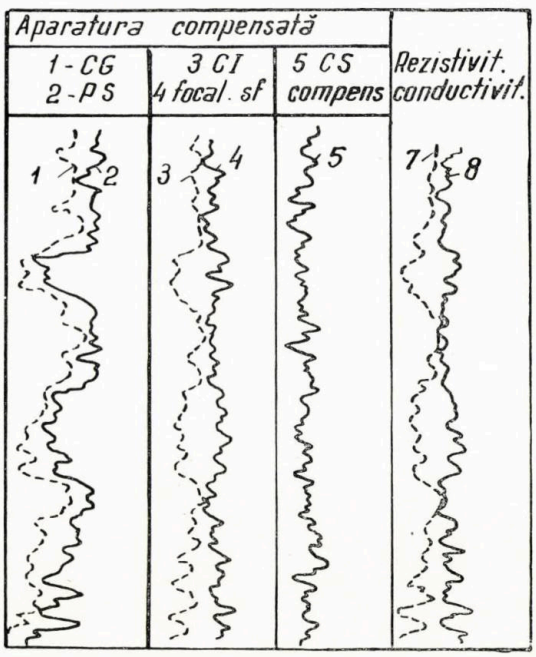


Fig. 2. Diagrafia înregistrată simultan cu aparatură combinată.
1 — carotaj gama; *2* — potențial spontan; *3* — carotaj inductiv; *4* — cu focalizarea sferică; *5* — sonic; *6* — carotaj de rezistivitate — profil normal; *7* — cu focalizare sferică.

veşte porozitatea şi conţinutul de hidrocarburi al colectoarelor. Şi în acest caz se înregistrează profilele complimentare : carotajul electric de inducţie şi cu focalizare sferică.

TEHNICI FOLOSIND GENERATOARE DE NEUTRONI ÎN IMPULSURI

Tehnica investigării cu generatoare de neutroni în impulsuri a înregistrat o dezvoltare remarcabilă, justificată de performanţele obţinute în condiţii în care — practic — alte metode au o rezoluţie nesatisfăcătoare sau nu sînt aplicabile.

Dezvoltarea aparaturii şi a tehnicii de lucru cu generatoare de neutroni s-a făcut în mai multe direcţii :

— analiza spectrului radiaţiilor gama provenite din reacţiile induse de neutroni ;

— analiza spectrală a radiaţiilor gama emise de nucleele activate ale atomilor elementelor din roci ;

— determinarea secţiunii de captură a neutronilor termici ;

— determinarea „timpului de viaţă" a neutronilor termici, avînd ca obiective :

— indicarea stratelor cu saturaţie mai mare în ţiţei ;

— determinarea limitelor fluidelor de zăcămînt ;

— evaluarea saturaţiei colectoarelor.

Domeniul de acţiune a metodei

La contactul neutronilor rapizi (14,5 MeV) cu mediul constituit de rocă, energia acestora este redusă mai întîi datorită interacţiunii cu împrăştieri neelastice şi apoi prin ciocniri cu împrăştieri elastice. Ca urmare a împrăştierilor elastice în mediul fizic cu componenţa tipică formaţiunilor geologice, în perioade de timp cuprinse între 10^{-6} şi 10^{-3} s, cea mai mare parte a neutronilor se termalizează şi, odată cu aceasta, apar reacţii de captură a neutronilor termici.

În cazul impulsurilor de neutroni cu durate de 100μs şi repetiţii în jur de 200 impuls/s, interacţiunea neutronilor cu nucleele atomice ale elementelor din mediul investigat are ca efect producerea de radiaţii gama, după cum urmează (fig. 3) :

— în timpul impulsului de neutroni, din ciocnirile inelastice (I) ;

— în perioada scursă timp de 2 000 μs după încetarea impulsului de la reacţiile de captură a neutronilor termici (II) ;

— după 2 000 μs de la încetarea impulsului, timp de 3 000 μs, respectiv pînă la apariţia impulsului următor, din dezintegrarea radionuclizilor produşi prin acţiunea indusă (III).

Aparatajul electronic conţinut în instalaţia cu generatoare de neutroni permite separarea — în semnalul interceptat de detector — a radiaţiei gama provenite pe una din căile discutate anterior, cu înregistrarea în mod selectiv, în

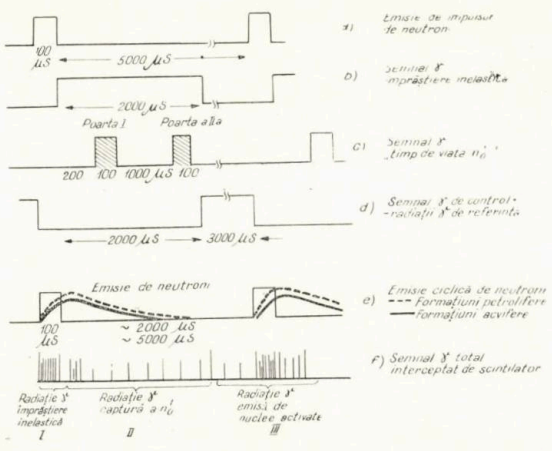


Fig. 3. Schema distribuţiei în timp a impulsurilor de neutroni şi a radiaţiilor gama rezultate din interacţiunea neutronilor cu mediul integrat.

diagramă, a vitezei de numărare corespunzătoare intensităţii de radiaţie ce rezultă în urma interacţiunii neutornilor, aşa cum s-a arătat.

Diferenţierea conţinutului apă-ţiţei prin spectrometrie

Configuraţia spectrelor de energie a radiaţiilor gama de împrăştiere inelastică a fost testată pe modele constituite din medii fizice de grosime „infinită", sub forma unor vase conţinînd ţiţei şi apă sărată.

Diferenţierea dintre ţiţei şi apă este posibilă pe baza aspectului diferit al spectrului radiaţiei gama de împrăştiere inelastică, în funcţie de cantitatea de carbon (ţiţei) şi de oxigen (apă), la care se adaugă şi radiaţia gama de captură a neutronilor termici, condiţionată de cantitatea de clor (apă sărată).

Configuraţia spectrelor este ilustrată în figurile 4 a şi b, în care se disting picurile de 5,3 şi 6,9 MeV, emise de C, picurile de 5,3 şi 6,9 MeV provenite de la O (fig. 4 a) şi, respectiv, picurile de 4,1 şi 6,3 MeV emise de Cl (fig. 4 b).

Dacă amplitudinile picurilor radiaţiei gama pentru cazurile menţionate sînt exprimate sub forma raporturilor :

$$\text{I} \quad \frac{\text{rad. gama a C}}{\text{rad. gama a O}}$$

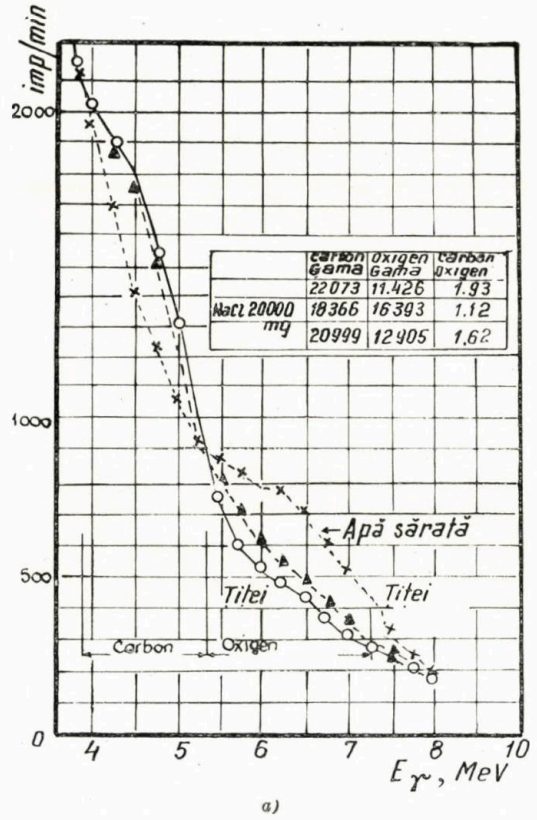
$$\text{II} \quad \frac{\text{rad. gama a Cl în zona acviferă}}{\text{rad. gama a Cl în zona petroliferă}}$$

$$\text{III} \quad \frac{1}{T} = \text{1/timpul de dezintegrare a neutronilor termici,}$$

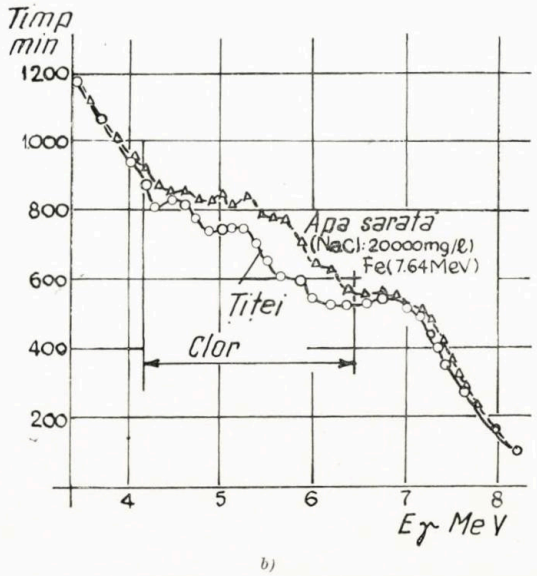
se obţin informaţii asupra naturii fluidului din colector pentru porozităţi de 20, 25 şi 30 %, (fig. 5).

Din figură se desprinde faptul că raportul $\frac{\text{rad. gama a C}}{\text{rad. gama a O}}$ este proeminent în analiza conţinutului de ţiţei în formaţiuni cu saturaţie mai mare în ţiţei, iar semnalul pentru Cl are o bună capacitate de analiză pentru formaţiunile cu saturaţie mai mare în apă sărată.

Corespondența dintre caracteristicile regimului de dezintegrare a neutronilor termici și radiația gama de captură este ilustrată în figura 6 în care se reprezintă amplitudinea semnalului (număr de impulsuri) pentru radiația gama provenită de la Cl (detector NaI/Tl) și, respectiv, neutronii termici înregistrați de un detector de neutroni cu BF_3.



a)



b)

Fig. 4. Imaginea spectrelor radiațiilor gama obținute pe modele de laborator :

a — picurile provenite de la O (5,3 și 6,9 MeV); *b* — picurile provenite de la Cl (4,1 și 6,3 MeV)

Instalația cu generator de neutroni în impulsuri

La lucrările celui de al VIII-lea Congres a fost prezentată o instalație de carotaj radioactiv cu generator de neutroni în impulsuri produsă de o firmă japoneză [4], conținînd cele două elemente de bază : aparatura de sondă și de suprafață.

Aparatura de sondă are următoarea componență :

— tubul generator de neutroni tip Philips cu fluxul de 10^9 n/s, cu dimensiunile de 7 cm diametru și 50 cm lungime;

— ansamblul de detectare, în componența căruia se află un contor cu scintilație cu cristal de NaI(Tl) de $1{,}1/2 \times 2$ in și un contor de neutroni cu BF_3 de $1/2 \times 12$ in;

— sursa de curent de înaltă tensiune de 125 kV, pentru alimentarea generatorului de neutroni;

— oscilatorul pentru sursa de putere, la frecvența de 600 Hz (tranzistorizat);

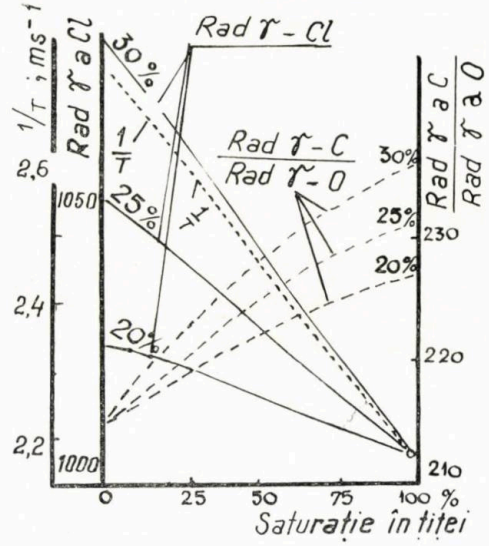


Fig. 5. Reprezentarea curbelor caracteristice ale raporturilor rad. gama — C, rad. gama Cl în zona acviferă / rad. gama — O, rad. gama Cl în zona petroliferă $\frac{1}{T}$ în cazul unor probe artificiale cu porozitatea 20, 25 și 30 %.

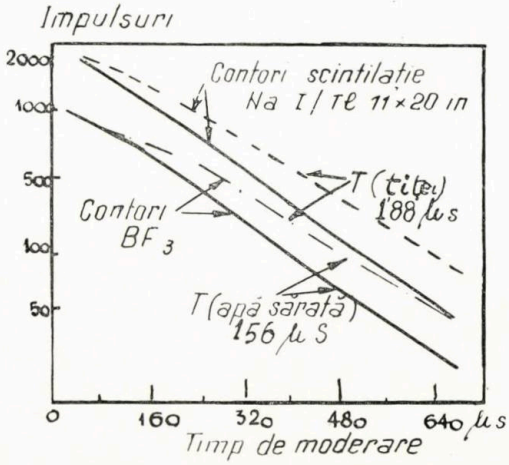


Fig. 6. Reprezentarea curbei caracteristice pentru timpul de dezintegrare a neutronilor în cazul mediilor : țiței și apă sărată cu un conținut de 240 g Na Cl/l.

— sursa de curent de 2 kV necesară alimentării fotomultiplicatorului.

Aparatura de sondă este asamblată într-un tub metalic cu 90 cm diametru și 7,2 m lungime.

Aparatura de suprafață este asamblată în panoul generatorului de neutroni și în panoul pentru prelucrarea semnalului radiației gama.

Panoul generatorului de neutroni cuprinde sistemele de comandă și control al alimentării electrice a aparatului de sondă și sistemul de control al circuitului de formare a impulsurilor de neutroni.

Panoul de prelucrare a semnalului gama are următoarele funcții principale : semnalul gama provenit de la sistemul de detectare din aparatul de sondă este conectat la panoul pentru prelucrarea semnalului gama, care conține amplificatorul liniar și discriminatorul de energie cu șapte canale, cu conectare la circuitele de normalizare a radiațiilor gama, cele corespunzătoare timpului de viață de 200 și 1 000 μs, circuitul radiației standard (de referință), precum și la circuitele pentru radiațiile gama provenite de la carbon, oxigen și clor.

Discriminatorul asigură separarea succesivă pentru nivelurile energetice corespunzătoare radiațiilor gama de normalizare, respectiv cele emise de C, O, Cl, precum și radiațiilor gama de împrăștiere inelastică și de captură.

Așa cum a rezultat din lucrare și din dezbaterile sesiunii, aparatul poate funcționa pînă la temperatura de 120°C ; nu a fost testat decît în condiții de laborator, așa încît nu se cunosc performanțe ale aparatului în lucrări la sonde.

*

Pentru o imagine de ansamblu asupra dezvoltării metodelor geofizice radiometrice în comparație cu celelalte tipuri de metode geofizice de sonde, se prezintă în figura 7 [1] gradul de utilizare relativă în S.U.A. între anii 1950 și 1970 a metodelor de investigare geofizică în sonde, grupate după cum urmează :

— metode de microdispozitive ;

— metode bazate pe unde ultraacustice ;

— metode de carotaj radioactiv gama și neutronice ;

—metode de densitate gama-gama.

Se observă din figura 7, că metodele gama și neutronice, intrate în uz industrial după anul 1950, sînt folosite pe scară largă, ajungînd în 1970 să depășească ca număr metodele cu dispozitive „micro", în continuă descreștere după anul 1958.

Metodele de densitate gama-gama, apărute cu zece ani în urma celorlalte metode de radioactivitate, s-au dezvoltat continuu, depășind practic gradul de utilizare a celorlalte metode în anul 1970.

CONCLUZII — DEZVOLTĂRI IN VIITOR

Trecerea în revistă a scos în evidență principalele aspecte privind stadiul actual și tendințele de viitor ale metodelor și ale aparaturii de geofizică nucleară de sonde.

Legat de dezvoltările în viitor ale acestor metode se subliniază următoarele :

— perfecționarea perseverentă, continuă, a metodelor de geofizică nucleară de sonde va permite obținerea de date mai complete, care

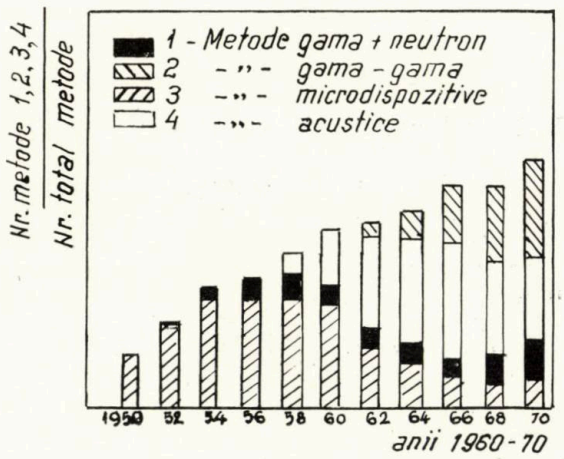


Fig. 7. Grafic ilustrînd dezvoltarea metodelor de geofizică nucleară în perioada 1950—1970, în comparație cu celelalte metode de investigare geofizică în sonde.

să definească mai bine parametrii de rezervor ;

— tehnicile de măsurare și de interpretare lărgite și îmbunătățite vor furniza informații mai precise despre porozitatea, permeabilitatea formațiunilor, conținutul total în fluide al colectoarelor, conținutul de fluide recuperabile etc. ;

— dezvoltarea continuă a integrării metodelor de geofizică nucleară în tehnica de calcul va conduce la creșterea considerabilă a capacității și a operativității lor ;

— preocupările laborioase ale specialiștilor în domeniul combinării metodelor și a aparaturii de geofizică nucleară, larg susținute de perfecționările înregistrate de tehnicile nucleare și electronica aplicată, vor furniza complete de aparate multivalente, a căror utilizare va permite înregistrarea simultană a diagrafiilor multiple, conținînd parametrii de bază și auxiliari, cu consecințe importante asupra îmbunătățirii tehnicii de investigare și reducerii timpului de imobilizare a sondelor.

BIBLIOGRAFIE

1. Riboud J. și Schuster, N. A. Well Logging Tehniques. The Eighth World Petrolemn Congres, Moscow 1972.
2. Evans, H. B și Picktt, G. R. Soc. Petrol, Engrs of Am. Inst. Met. and Mining Engra, San Francisco, noiemb, 6—7, 1969, Paper, SPE 2743.
3. Adams, D.A.S. și Weaver. G. E. În: Bull. Am. Ass. Petrol Geol. 42, nr. 2, 1958, p. 378—430.
4. Itoh, T. și Sekiguchi, A. A new Well Logging Method Using the Neutroun Tube Japan Atomic Energy Research Institute.
5. Itoh, I. Pulse Neutron Well Longging Tehniques. The Eigth World Petroleum Congres, Moscow, 71.

Contribuţii la studiul evoluţiei catagenetice a petrolului din meoţianul Avanfosei carpatice interne

D. Sandu şi V. Stănescu

Hidrocarburile sînt compuşi organici cu echilibru chimic şi termodinamic limitat. De aceea sub influenţa temperaturii, a presiunii, a mediului geochimic, a bacteriilor şi a altor factori naturali din partea superioară a scoarţei terestre, în timp geologic, petrolul îşi schimbă compoziţia chimică.

Cu toate că aceste schimbări afectează şi alţi compuşi din petrol, pentru studiul transformărilor interesează numai hidrocarburile, deoarece ele sînt cele mai susceptibile la modificări, participă în proporţii majore la compoziţia petrolului şi îi conferă acestuia caracteristicile fizico-chimice esenţiale.

Cu privire la transformarea petrolului în condiţiile catazonei, opiniile cercetătorilor sînt diferite. Astfel, s-a presupus că petrolul evoluează de la o compoziţie iniţial[1] parafinică la compoziţia aromatică şi naftenică (K r e j c i G r a f, 1955; E g g e l p o e l, 1959—1960) sau de la caracterul parafino-naftenic iniţial la acela parafinic şi apoi la acela parafino-aromatic (K o z l o v, 1951; S o k o l o v, 1965), eventual la caracterul naftenic aromatic (U s p e n s k i şi R a d c e n k o, 1954; D u m i t r e s c u 1967). Alţi autori au exprimat părerea că iniţial petrolul a avut o compoziţie naftenică sau nafteno-aromatică, care se transformă catagenetic într-una parafinică (H o l s k y şi C r u c e a n u, 1958; A n d r e e v ş.a., 1958), parafino-naftenică (B o t n e v a şi S u l o v a, 1957) sau parafino-aromatică (R e z n i k o v, 1967; M e i n h o l d, 1969). Contribuţii importante la studiul acestei probleme au adus D o b r i a n s k i (1963). T i s s o t (1966), L o u i s şi T i s s o t (1967) şi P o u l e t (1968), autori, care susţin că evoluţia petrolului în condiţiile catagenezei se realizează în sensul trecerii de la o compoziţie primară nafteno-aromatică, în care sînt reprezentaţi în mare măsură compuşii heteroatomici, la o compoziţie predominant parafinică. Problema evoluţiei petrolului în scoarţa terestră în condiţiile catagenezei* nu este încă rezolvată. Autorii acestei lucrări sînt de părere că ea poate fi cu succes abordată, din punctul de vedere al legăturilor dintre diferitele clase de hidrocarburi, evidenţiate prin metodele statisticii matematice. În acest scop, s-au avut în vedere un număr de 45 de analize chimice ale ţiţeiurilor din meoţianul Avanfosei carpatice interne, cîte 1—5 analize pentru zăcămintele mai importante dintre Valea Buzăului şi Valea Dîmboviţei, după datele publicate de diferiţi cercetători (C. C r e a n g ă, F. D u m i t r e s c u, V. N e g r e s c u, V. C a r a i a n i, P. N e a c ş u, S. R ă d u l e s c u, C. D u m i t r e s c u, G. V i d r a ş c u) şi s-a încercat să se stabilească corelaţiile statistice dintre clasele de hidrocarburi. Aceste corelaţii matematice au fost confruntate cu principiile termodinamicii hidrocarburilor în vederea obţinerii concluziei finale.

Analiza statistică a conţinutului de hidrocarburi

Pentru evaluarea gradului de transformare a componenţilor principali din petrolurile studiate şi pentru a stabili legăturile posibile dintre aceşti componenţi, s-a procedat la studiul corelaţiilor dintre conţinuturile de carbon ale hidrocarburilor parafinice (x), aromatice (y) şi naftenice (z).

În primul rînd, aplicînd relaţiile cunoscute din statistica matematică, s-au determinat parametrii repartiţiei statistice ai celor trei componenţi (tabela 1).

TABELA 1

Indicatori structurali	$\bar{x}$, %	s^2	s	ε	k, %
x	65,36	21,04	4,58	1,08	7,12
y	9,91	4,72	2,17	3,34	22,17
z	23,50	10,56	3,25	2,12	14,00

Semnificaţia notaţiilor adoptate este: $\bar{x}$ — — media statistică, s^2 — dispersia statistică, s — — abaterea-standard statistică, ε — eroarea relativă a mediei, k — coeficientul de variaţie.

Din tabela 1 se reţine variaţia relativ mică a conţinutului în carbon al hidrocarburilor parafinice (7,12 %), faţă de care conţinutul în acelaşi component al hidrocarburilor naftenice (14 %) şi aromatice (22,17 %) are variaţii de două, respectiv de trei ori mai mari. Această situaţie poate

* Zona transformărilor catagenetice, definită de N. B. V a s s o i e v i c i (1967) şi acceptată de mulţi cercetători, este considerată în intervalul de 2—4 km adîncime, unde temperaturile au valori de 80—150°C, iar presiunile hidrostatice se evaluează la 200—400 at, interval caracterizat printr-un mediu geochimic nonoxidant. Ţiţeiurile studiate în lucrarea de faţă se situează în această zonă.

fi cauzată de mobilitatea mai accentuată a hidrocarburilor aromatice și naftenice în comparație cu cele parafinice.

Trecînd la cercetarea legăturilor posibile dintre componenți, s-au analizat în detaliu corelațiile simple și cele parțiale, care au dus la unele rezultate concludente.

Corelația simplă. Graficele perechilor de valori xy, xz, și yz (fig. 1, 2, 3) sugerează legături inverse între carbonul parafinic și aromatic, precum și între carbonul parafinic și cel naftenic, iar între carbonul aromatic și cel naftenic, o legătură directă. Raportul dintre cele două axe ale fiecărei elipse de împrăștiere dă și unele indicații asupra intensității legăturilor. Astfel, între carbonul parafinic și cel naftenic (fig. 2) pare a exista o legătură puternică, în timp ce între carbonul aromatic și cel naftenic (fig. 3) legătura este sigur mai slabă.

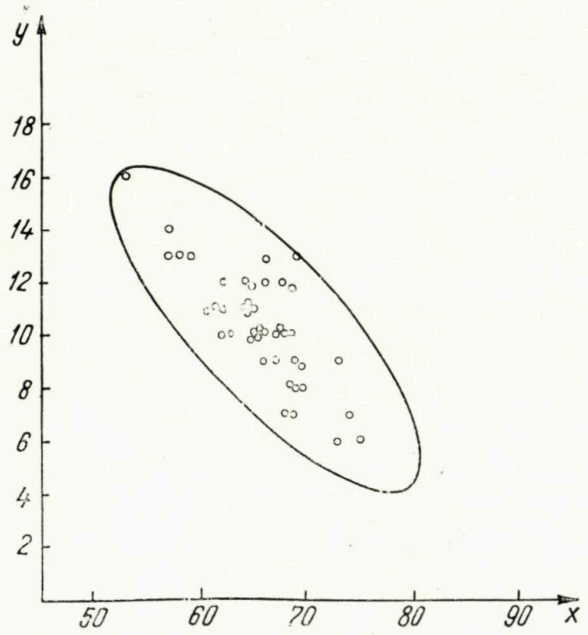


Fig. 1. Diagrama de corelație între hidrocarburile parafinice (x) și cele aromatice (y).

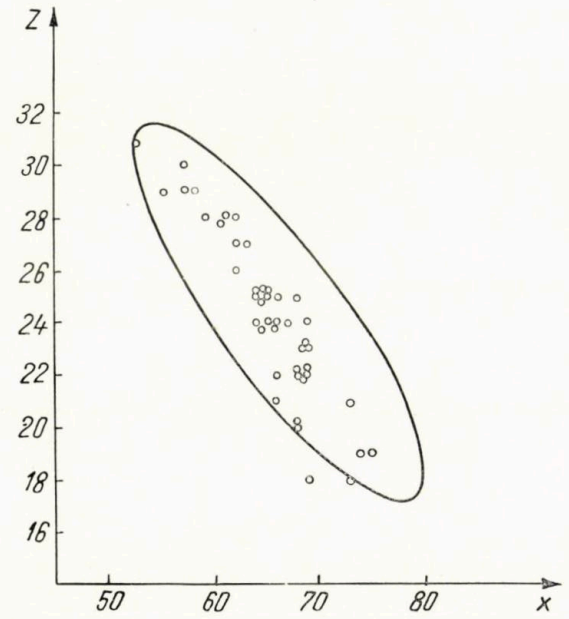


Fig. 2. Diagrama de corelație între hidrocarburile parafinice (x) și cele naftenice (z).

Valorile coeficienților de corelație simplă între perechile de indicatori (r_{xy}, r_{xz} și r_{yz}), calculate cu o relație de tipul :

$$r_{xy} = \frac{\sum (x-\bar{x})\,(y-\bar{y})}{\sqrt{(x-\bar{x})^2\,(y-\bar{y})^2}},$$

arată variații importante de la o pereche de indicatori la altă pereche (tabela 2), în concordanță cu reprezentările grafice.

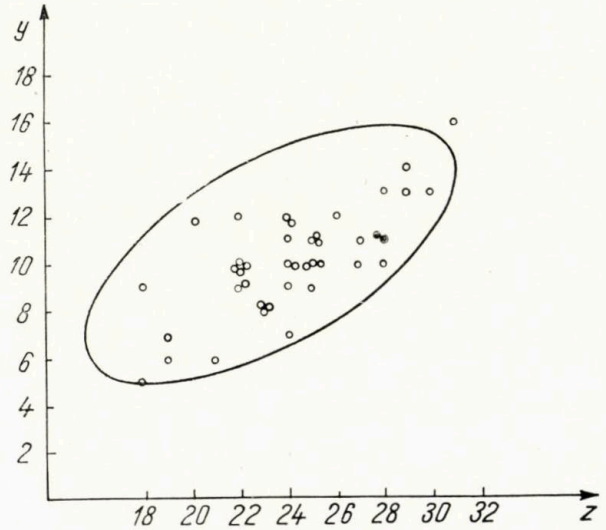


Fig. 3. Diagrama de corelație între hidrocarburile aromatice (y) și cele naftenice (z).

Veridicitatea corelațiilor se demonstrează cu criteriul Romanovski, aplicat pentru un volum de selecție mai mic de 50, care arată că $R_r = |r|\sqrt{n-1} > 3$.

TABELA 2

Corelații între	x și y	x și z	y și z
Coeficientul de corelație	−0,77	−0,89	0,49
Valoarea lui R_r	5,04	5,83	3,21

Odată cunoscută corespondența dintre valorile indicatorilor structurali, s-au stabilit și ecuațiile de regresie, pe baza datelor din tabelele 1 și 2.

— pentru corelația (x, y) :

$$x = -1{,}83\,y + 83{,}56$$

$$y = -0{,}36\,x + 33{,}81$$

— pentru corelația (x, z) :

$$x = -1{,}25\,z + 94{,}96$$

$$z = -0{,}63\,x + 64{,}80$$

— pentru corelația (y, z):

$$y = 0{,}33\ z + 2{,}29$$

$$z = 0{,}73\ y + 16{,}25$$

Corelația parțială. Deoarece corelația simplă dintre perechile de indicatori structurali este afectată și de influența celui de-al treilea indicator, s-a cercetat corelația parțială, care dă posibilitatea să se exprime cu mai multă precizie legăturile intrinseci dintre doi componenți, fără vreo altă influență. La baza acestei analize a stat existența corelației multiple liniare dintre carbonul parafinic, aromatic și naftenic, pe care autorii au verificat-o în mod riguros.

Valoarea coeficienților de corelație parțială (tabela 3) s-a obținut din următoarea relație, prin permutări circulare:

$$r_{xy}(z) = \frac{r_{xy} - r_{xz}\, r_{yz}}{\sqrt{(1-r_{xz}^2)\,(1-r_{yz}^2)}}$$

TABELA 3

Corelația parțială între	x și y (z)	x și z (y)	y și z (x)
Coeficienți de corelație parțială	−0,85	−0,92	−0,65

Din datele rezultate apar legături inverse între toate perechile de indicatori: foarte puternică între carbonul parafinic și naftenic, bună între carbonul parafinic și cel aromatic și mai slabă între carbonul aromatic și cel naftenic. Neconcordanța care apare între corelația simplă și corelația parțială, în cazul carbonului aromatic și naftenic, poate fi explicată prin influența deosebit de pronunțată a carbonului parafinic, care nu putea fi controlată în primul tip de corelație, dar care a fost eliminată în corelația parțială.

Dat fiind faptul că între indicatorii structurali s-a determinat existența unor corelații duble liniare, a fost posibilă și stabilirea ecuațiilor de regresie corespunzătoare celor trei corelații parțiale:

$$x = -\,0{,}97\ y - 0{,}96\ z + 89{,}86$$

$$y = -\,0{,}75\ x - 0{,}63\ z + 65{,}87$$

$$z = -\,0{,}88\ x - 0{,}73\ y + 82{,}68$$

Corelația statistică parțială dintre indicatorii structurali confirmă raporturile genetice dintre clasele de hidrocarburi și sugerează concomitent, cu același grad de încredere, trei posibilități principale de transformare:

a) un petrol inițial parafinic s-a îmbogățit ulterior în naftene și în măsură mai mică în aromate;

b) un petrol inițial naftenic a devenit ulterior aromatic-parafinic;

c) un petrol primar aromatic s-a îmbogățit ulterior în parafine, pe lîngă care au apărut și proporții mici de naftene.

Valoarea coeficienților variabilelor din ecuațiile de regresie, față de conținuturile medii în fiecare component, permite să se considere că asupra carbonului parafinic o influență majoră o are carbonul naftenic, asupra carbonului aromatic cea mai mare influență o are carbonul parafinic, iar asupra carbonului naftenic parafinele au influența predominantă. În plus, se constată că termenii liberi ai ecuațiilor de regresie au valori foarte mari, datorate unor factori care nu au fost luați în considerație în studiul statistic și care, fără îndoială, nu au un rol deosebit în procesul de transformare a unor clase de hidrocarburi în alte clase. Este foarte posibil ca acești termeni să exprime, într-un anumit mod, conținutul în hidrocarburi parafinice, aromatice și naftenice pe care petrolul l-a avut inițial, prin urmare să indice măsura în care petrolurile și-au păstrat compoziția primară.

Principiile schimbărilor termodinamice ale hidrocarburilor și interpretarea corelațiilor statistice

Privite prin prisma considerațiilor de termodinamica hidrocarburilor (B a k e r, 1967; C o l o m b o, 1967; C r e a n g ă, 1966—1967; D o b r i a n s k i, 1963; N e n i ț e s c u, 1966; T i s s o t, 1966 ș.a.), unele concluzii geochimice ale studiului statistic capătă un plus de certitudine.

Petrolul este o substanță în continuă transformare în condițiile fizico-geologice ale catagenezei, dar toate transformările trebuie să se realizeze în sensul scăderii entalpiei de reacție; aceasta înseamnă trecerea obligatorie a hidrocarburilor de la forme cu energie liberă de reacție mai mare, la forme cu energie mai mică. Dacă se iau în considerație constantele termodinamice ale hidrocarburilor și mai ales entalpia de reacție și energia liberă de reacție la temperaturi moderate, cum sînt cele prezente în scoarță la adîncimi de 1 000—3 000 m (Rossini ș.a., 1953), se constată că, deși există numeroase tipuri de hidrocarburi cu constante foarte apropiate, deci cu stabilitate asemănătoare, în cuprinsul fiecărei clase se remarcă grupe de hidrocarburi mult diferențiate după energia de reacție. În general, hidrocarburile parafinice sînt cele mai stabile termodinamic, stabilitate care variază invers proporțional cu greutatea moleculară. Hidrocarburile naftenice, cu excepția ciclohexanului, sînt puțin stabile, iar hidrocarburile aromatice mononucleice ocupă o poziție intermediară între parfine și cicloparafine, exceptînd benzenul, care are un echilibru apropiat de acela al metanului. Cele mai puțin stabile termodinamic sînt aromatele polinucleice și naftenele inferioare (exclusiv ciclohexanul).

Prin aceste consideraţii cu totul generale se pot explica transformările catagenetice ale petrolurilor analizate, care pot fi sintetizate astfel (fig. 4) :

1) Petrolurile meoţianului din Avanfosa carpatică internă au avut o compoziţie primară parafino-nafteno-aromatică, care se conservă în mare măsură în structura actuală a petrolului.

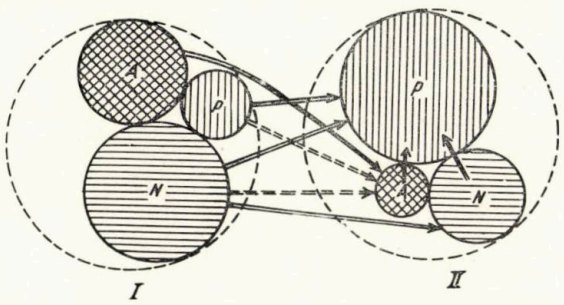


Fig. 4. Schema de principiu a transformărilor chimice în petrolurile Meoţianului din Avanfosa carpatică internă :

P, A, N – hidrocarburi parafinice, aromatce, naftenice ; ⇒ – sensul transformărilor principale ; ⇒ sensul transformărilor secundare ; I – stadiul iniţial ; II – stadiul actual.

2) Din naftene la început în proporţii mari şi de tip policiclic au derivat atît hidrocarburi parafinice, cît şi naftenice monociclice, în principal ciclohexan ; nu este exclus ca o parte dintre naftenele inferioare sau cele policiclice să fi trecut în aromate de tipul benzenului.

3) Aromatele benzenice s-au conservat, dar celelalte aromate, îndeosebi polinucleice, au trecut în parafine cu număr mic de atomi de carbon.

4) Parafinele inferioare, ca şi unele aromate mononucleice şi chiar unele naftene monociclice s-au conservat în compoziţia petrolului, dar în parte parafinele superioare au eliberat atomi de hidrogen şi s-au ciclizat ca hidrocarburi benzenice (nesaturate) sau, eventual, ca hidrocarburi cicloparafinice (saturate).

Aceste concluzii concordă în linii generale cu concepţiile moderne asupra compoziţiei iniţiale a petrolului şi cu evoluţia sa în condiţiile catagenezei. Ele permit, după relaţiile statistice dintre indicatorii structurali, să se aprecieze scara şi sensul transformărilor petrolului primar şi aduc elemente noi asupra compoziţiei iniţiale probabile a petrolului acumulat în meoţianul zonelor cutelor diapire din Muntenia centrală.

BIBLIOGRAFIE

1. Colombo, U. Fundamental Aspects of Petroleum Geochemistry. Elsevier Publish. Co., Amsterdam, New York, 1967, p. 331.
2. Creangă, C. ş.a. În : Rev. Chimie. Acad. Rép. Pop. Roum., **VII**, nr. 1, 1962.
3. Dobriansky, A. F. În : Rev. Institut. Franc.Pétrole, **XVIII**, nr. 1, 1963.
4. Şarapov, I. P. Utilizarea statisticii matematice în geologie. Ed. tehnică, Bucureşti, 1968.
5. Tissot, B. În : Rev. Instit. Franc. Pétrole, **XXI**, nr. 11, 1966.
9. Vidraşcu, G. şi Rădulescu, S. În : Petrol şi gaze, **XX**, nr. 4, 1969.

Asupra unor probleme ale ingineriei de zăcămînt

Al. Vernescu

În cadrul extins al industriei extractive de petrol și gaze, ingineria de petrol trebuie să asigure optimizarea proceselor în domenii de activitate, care au drept scop : punerea în evidență a capcanelor conținînd hidrocarburi, crearea surselor de exploatare a hidrocarburilor și, în același timp, a căilor de acces a operatorului pentru obținerea de informații asupra zăcămintelor — sondele — , conceperea ansamblului de facilități pentru controlarea și , eventual, schimbarea mecanismului de dislocuire a țițeiului și gazelor de zăcăminte, punerea în stare de funcționare a acestor facilități, proiectarea și punerea în funcțiune a instalațiilor de șantier pentru asigurarea transportului fluidelor aduse la zi pînă la punctele de consum, pînă la punctele de evacuare a apelor reziduale etc. Asemenea optimizări trebuie realizate atît la nivel de zăcămînt, cît și la nivel de grupe de zăcăminte, de unități organizatorice mari [2, 6, 8, 12, 15]. Toate aceste domenii de activitate trebuie să ducă la exploatarea țițeiului, în condiții care să asigure necesitățile economiei naționale, cu cheltuieli și investiții pe cît posibil mai reduse.

Și pentru ingineria de petrol este valabilă concluzia — devenită axiomă — , la care ajunge revoluția tehnico-științifică : tradiționalul „simț practic", luat singur în considerare, abstracție făcînd de calcule detaliate, pe cît posibil mai justificate, poate duce la adoptarea unor decizii, care să se dovedească a nu fi cele mai indicate, în condițiile necesității de a supune optimizării procese industriale depinzînd de foarte mulți parametri.

★

Una — și în nici un caz de cea mai mică importanță și cu cele mai inofensive implicații economice — dintre domeniile ingineriei de petrol (anume conceperea ansamblului de măsuri pentru controlul și, eventual, schimbarea mecanismului de dislocuire, în scopul unei recuperări cît mai eficiente a țițeiului) este ingineria de zăcămînt. Este cunoscut faptul că școala românească de inginerie de zăcămînt a avut o contribuție însemnată la dezvoltarea acestei discipline, constituite ca atare în ultimele patru decenii. Personalități remarcabile [8] au afirmat că, odată cu apariția ingineriei de zăcămînt, ingineria de petrol a trecut din „stadiul adolescenței" în „stadiul majoratului". Indiferent de gradul de valabilitate al acestei aprecieri, rămîne indiscutabilă importanța deosebită a ingineriei de zăcămînt. Într-adevăr, rolul inginerului de zăcămînt începe practic imediat după săparea primei sonde cu rezultat favorabil pe o capcană ; din acest moment, alături de geologi și de geofizicieni, inginerul de zăcămînt contribuie la primele evaluări, pentru ca apoi, în decursul explorării structurii, să-și aducă contribuția crescîndă la perfecționarea evaluărilor cantitative. Rolul inginerului de zăcămînt devine de o importanță preponderentă în elaborarea studiilor de punere în exploatare, de dezvoltare și de urmărire sistematică a evoluției exploatării. În aceste etape, în echipe, în care colaborează cu specialiști în domeniile geologiei și geofizicii (de șantier, în special), forajului sondelor, extracției țițeiului și gazelor, fizicii, matematicii și economiei industriale, inginerul de zăcămînt caută să pună în concordanță multitudinea de informații disponibile despre zăcămîntul studiat cu cunoștințele teoretice și practice existente în ingineria de petrol și în disciplinele conexe. Scopul acestei activități este acela de a elabora soluții tehnice, care să corespundă dezideratului urmărit : optimizarea exploatării zăcămîntului. În ideea optimizării exploatării la nivel de zăcămînt, echipa de specialiști coordonată de inginerul de zăcămînt are drept obiective :

— evaluarea zăcămîntului din punctul de vedere al rezervelor geologice inițiale — în situ — de hidrocarburi conținute în capcanele evidențiate ;

— prevederea evoluției rezervelor recuperabile în decursul exploatării, în variantele posibile de exploatare ;

— punerea în evidență a variantei optime de exploatare (caracterizată prin exploatare cu sau fără injecție de agenți de lucru în strat, prin amplasamentul și numărul sondelor, prin ritmul de extracție, prin prețul de cost al fluidelor produse și beneficiul realizat etc.) ;

— recomandarea întregului complex de lucrări și măsuri tehnice (săpările de sonde, ordinea de săpare, programele tehnologice la sonde etc.) aferente aplicării variantei optime de dezvoltare a exploatării, paralel cu definitivarea unor detalii de investigare.

Perfecționarea evaluărilor, inclusiv a prevederilor, trebuie urmărită de-a lungul întregii vieți a zăcămîntului, pe măsura acumulării de noi date geologo-fizice și de producție, pe măsura avansării cunoștințelor și a condițiilor tehnico-economice și organizatorice. Cunoașterea zăcămintelor se realizează treptat, prin acumulări cantitative și printr-o continuă punere de acord a datelor primare (privind geometria capcanelor și a acumulărilor, caracteristicile fizico-chimice ale sistemelor fluide-rocă, evoluțiile presiunilor și producției), interpretate în mod adecvat, corelat și critic.

Realizarea sarcinilor ingineriei de zăcămînt este îngreunată de următoarea caracteristică :

spre deosebire de alte domenii inginereşti, obiectele supuse evaluărilor — zăcămintele — nu pot fi cunoscute în mod direct, ci numai pe baza interpretării complexe a măsurătorilor efectuate în sonde, măsurători cu caracter discret şi afectate de erori. Este suficient în acest sens să se amintească, printre altele, că [6, 8, 10, 12, 15]:

— valorile medii ale porozităţii şi saturaţiei în apă interstiţială, elemente de bază în calcularea rezervelor geologice iniţiale de hidrocarburi, se determină folosind analizele unor eşantioane, carote, al căror volum total reprezintă un procentaj infim din volumul zăcămîntului;

— porozităţile şi saturaţiile în apă interstiţială, determinate pe carote, nu pot fi decît în mod convenţional corelate cu valorile calculate după diagrafiile electrice şi radioactive; prima categorie de măsurători se referă la porţiuni practic „infinitezimale" ale zăcămîntului, în timp ce determinările din a doua categorie se referă la valori medii în interiorul razelor de investigaţie ale aparaturii geofizice;

— contactele iniţiale apă-ţiţei gaze-ţiţei nu pot fi determinate decît în limitele unor erori inerente, care însă, în anumite situaţii (de exemplu, zăcăminte cu strate puţin înclinate, zăcăminte cu apă de fund, zăcăminte cu benzi înguste de ţiţei, roci compacte, zăcăminte cu intercalaţii impermeabile etc.), pot conduce la erori destul de însemnate în calcularea rezervelor geologice iniţiale;

— zăcămintele, neuniforme prin excelenţă, se dovedesc a avea fiecare „personalitatea" sa.

Caracteristica mai sus citată, împreună cu necesitatea de a evalua cît mai corect posibil şi într-un stadiu cît mai incipient de exploatare zăcămintele de hidrocarburi fluide, inclusiv în ceea ce priveşte prevederile de producţie, au implicaţii economice deosebite (dimensionarea — global şi în dinamica lor — a investiţiilor, de regulă foarte mari şi a cheltuielilor) şi au dus la necesitatea de a recurge la utilizarea metodelor statistice [1, 10, 11, 14, 16] şi a criteriilor de incertitudine [9] în realizarea unora dintre principalele sarcini ale ingineriei de zăcămînt.

Prin natura problemelor ce trebuie soluţionate şi prin faptul că zăcămintele diferă foarte mult între ele, aplicarea directă a soluţiilor-standard, în special în ceea ce priveşte prevederile de producţie, devine de cele mai multe ori imposibilă sau aproape imposibilă. Soluţiile — standard trebuie adaptate situaţiilor noi întîlnite, uneori fiind necesare chiar modificări importante. Sub acest aspect, ingineria de zăcămînt se studiază între inginerie şi cercetare, tinzînd în mod vădit către cercetarea cu caracter aplicativ, cercetare din institut departamental [7,15].

★

Faţă de particularităţile zăcămintelor expuse în parte mai sus, apare normal ca soluţionarea problemelor de inginerie de zăcămînt să se realizeze pe baza unor modele geologo-fizice şi hidrodinamice astfel concepute, încît să simuleze, pe cît posibil mai fidel, zăcămintele reale studiate. Punerea pe baze cît mai justificate a evaluărilor cantitative şi deci stabilirea celor mai adecvate modele geologo-fizice, hidrodinamice şi matematice este o sarcină esenţială a inginerului de zăcămînt şi a colegilor săi de echipă de cercetare pe care îi coordonează. Într-adevăr, aşa cum s-a menţionat, rezultatele acestor calcule stau la baza deciziilor care se iau în legătură cu cheltuielile şi investiţiile cerute de dezvoltarea exploatării zăcămîntului.

Se ştie că, în afara dificultăţilor existente la data actuală, privind abordarea matematică exhaustivă a fenomenelor complexe, legate de recuperarea ţiţeiului pentru diferitele mecanisme de dislocuire a acestuia, una dintre principalele dificultăţi în alegerea modelului matematic corespunzător o constituie luarea în considerare a reuniformităţii, specifice fiecărui zăcămînt în parte. Cercetătorii desfăşoară o activitate susţinută pentru soluţionarea acestei probleme, ceea ce se reflectă în literatura de specialitate printr-un volum apreciabil de lucrări în domeniul prevederii comportării în exploatare a zăcămintelor [3, 4, 5, 6, 8, 11, 14, 15]. Faţă de volumul extrem de mare de informaţii ce trebuie prelucrate, faţă de complexitatea calculelor şi faţă de dezvoltarea în ritm din ce în ce mai accentuat a utilizării calculatoarelor electronice, în scopul măririi continue a competenţei şi a promptitudinii, respectiv a eficienţei în luarea deciziilor în activitatea economică, specialiştii acordă atenţia cuvenită elaborării algoritmelor corespunzătoare modelelor matematice folosite în ingineria de zăcămînt.

Este cunoscut faptul că efectuarea de prognoze pe baza analizei cantitative a evoluţiei anterioare a exploatării zăcămîntului studiat duce, de regulă, la rezultate care sînt mai apropiate de realitate, în comparaţie cu cele obţinute în absenţa cunoaşterii unor parametri ai comportării reale, globale, a zăcămîntului. Acesta este şi motivul pentru care prevederile de producţie şi, o dată cu acestea, rezervele de hidrocarburi recuperabile şi geologice, trebuie să fie precizate continuu pe parcursul exploatării. În covîrşitoarea majoritate a cazurilor, numai o interpretare corespunzătoare a datelor de comportare în exploatare este în măsură să conducă la o apreciere cantitativă mai justificată a rezervelor, corectîndu-se în consecinţă, uneori chiar prin modificări mai importante, cifrele obţinute prin metodele volumetrice de calcul. Cu cît, pe de o parte, asemenea precizări se pot face mai curînd şi, cu cît, pe de altă parte, prevederile pot fi efectuate evitînd utilizarea datelor privind imaginea geometrică şi litologo-fizică, construite pentru modelul de

zăcămînt, cu atît sarcina inginerului de zăcămînt se realizează în condiţii mai bune. [10, 11, 12, 15].

★

Rezultatele cercetării posibilităţilor de dezvoltare a exploatării zăcămintelor sînt prezentate în studiile de zăcămînt. În principiu, fiecare studiu de zăcămînt este un studiu de rezerve întrucît îşi propune să recomande, în final, ansamblul de măsuri, (inclusiv corectivele de rigoare la măsurile din studiul de la finele precedentei etape de exploatare), care să ducă la realizarea unor valori cît mai mari ale factorilor finali de recuperare a hidrocarburilor, în condiţii tehnico-economice optime sau, în tot cazul, tinzînd către cele optime.

Pentru un nivel dat de cunoştinţe tehnico-ştiinţifice şi pentru o metodologie completă de elaborare a studiilor de zăcămînt, abordarea mai mult sau mai puţin aprofundată a diferitelor aspecte ale studiului este condiţionată de volumul de date primare disponibile (diagrafii, carote, probe laterale, analize de fluide PVT şi, în condiţii-standard, probe de producţie, măsurători de contacte apă-ţiţei, măsurători de presiune şi temperatură, cercetări de sonde etc.). Rezultatele studiului, sub aspectul valabilităţii şi al competenţei propunerilor formulate în vederea luării de decizii cu implicaţii economice, depind însă nu numai de volumul datelor primare; într-adevăr, calitatea datelor primare este de o importanţă covîrşitoare. O pondere cu totul esenţială, atît în ceea ce priveşte calitatea studiilor, cît şi în ceea ce priveşte durata de executare a studiilor, respectiv a ridicării substanţiale a productivităţii muncii în ingineria de zăcămînt, şi corespunzător, a aplicării mai rapide în practică a rezultatelor studiilor, o are utilizarea largă a calculatoarelor electronice, maşini automate digitale de calcul. Utilizarea calculatoarelor începe de la evidenţa automatizată a datelor primare, sub aspectul înregistrării şi prelucrării corespunzătoare a acestora, trece prin calculele hidrodinamice şi ajunge la calculele economice [9, 11, 13, 15].

Într-o primă etapă, prin utilizarea calculatoarelor se poate ajunge la realizarea unui „flux continuu" al înregistrării şi prelucrării datelor primare, aşa cum s-a recomandat în studiul [13]. O asemenea manieră de lucru elimină diferitele paralelisme în prelucrarea datelor în unităţile operative şi în laboratoarele care elaborează studiile de zăcămînt, asigură operativitate şi competenţă sporită în analizarea datelor de zăcămînt.

★

Faţă de cele expuse şi faţă de experienţa acumulată, inclusiv cea a şcolii româneşti, rezultă că pregătirea unui absolvent de institut de învăţămînt tehnic superior ca inginer de zăcămînt, apt să coordoneze soluţionarea complexă a cazurilor întîlnite în domeniul cercetării dezvoltării zăcămintelor, necesită ca acesta să depună o activitate susţinută, efectivă şi bine îndrumată de minimum 5—7 ani.

În atenţia inginerilor de zăcămînt, pe lîngă continua ridicare a cunoştinţelor de specialitate, în primul rînd prin rezolvarea a cît mai multe şi diferite cazuri paralel cu studierea sistematică a literaturii de specialitate, trebuie să se afle : continua preocupare pentru perfecţionarea metodelor de evaluare a zăcămintelor, faţă de „personalitatea" acestora, continua preocupare pentru perfecţionarea metodelor de exploatare cunoscute şi de găsire de noi metode mai eficiente.

Asemenea sarcini pot fi realizate prin colaborarea permanentă cu matematicieni, fizicieni, chimişti, biologi, economişti cu ingineri şi geologi-petrolişti etc. În afară de aceasta, inginerul de zăcămînt trebuie să studieze sistematic, pentru a-şi însuşi cunoştinţe cît mai multe din cele ale specialiştilor în disciplinele cu care colaborează în soluţionarea problemelor.

Numai printr-o asemenea activitate se pot dobîndi cunoştinţele teoretice generale şi de specialitate, în continuă dezvoltare şi „simţul practic" necesar în completare, pentru „punerea diagnosticelor" şi recomandarea „tratamentelor" adecvate.

BIBLIOGRAFIE

1. Arbuzova, N. I., Statisticeskaia obrabotka geologiceskin neftipromîslovîh parametrov na EVM, Trudî VNII, vip. L. Nedra, Moskva, 1967.

2. Borisov, In. P., Egurţov, I. N., Orlov, V. S. şi Rosenberg, M. D. Opredelenie optimalnogo woda obiektov v razrabotku pri zadamom vo vremeni urovnia dobîci nefti. Naucino-Tehniceski Sbormik po dobice nefti, **40**, VNII, Nedra, 1968.

3. Costa Foru, A. şi Nadler, A. Studiul datelor geologice fizice şi de comportare a exploatării zăcămîntului de la Cartojani, Arhiva I.C.P.T.G, Cîmpina, 1969.

4. Codreanu D., Giudlea, V., Ianculescu, Şt. şi Vernescu A. In : Revue de l'Institut Francais du Pétrole, XXII octobre 1967.

5. Cristea, N. Hidraulica subterană, II, Ed. tehnică, Bucureşti, 1958.

6. Krilov, A. P., Glogovski, M. M., Mircink, M.F., Nikolaevski, I. M. şi Cearuîi, I. A. Naucinîe osnovî razrabotki nefteenih mestorojdenii, Gostoptehizdat, Moskva, 1950.

7. Moisil, Gr. Îndoieli şi certitudini. Ed. Enciclopedică română, Orizonturi 20, Bucureşti, 1971, p. 20—22, 24—25, 26—28, 31, 43—46, 63—65, 94—100.

8. Pirson, S. J. Oil Reservoir Engineering, Mc. Graw Mill Book Co. Inc., New York — Toronto — London, 1958.

9. Pritchard, C. G, Use of Uncertainity Analysis in Evaluating Hydrocarbon Pore. Volume in the Rainbow Zone Area, În J. Petr. Techn., noiemb., 1970.

10. Ramey, H. J. In: J. Petr. Technol., ian. 1971.

11. Schoeppel, R. J. In: Oil and Gas J. 1968: ian. 22, febr., 19, mart. 18, april. 8, mai 6, iun. 17, iul. 8.

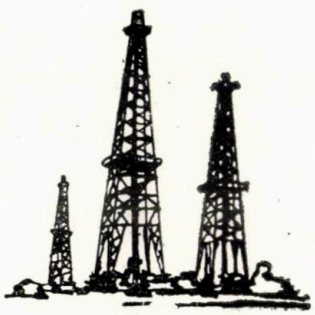
12. Vernescu, Al. Mecanica zăcămintelor petrolifere, Ed. tehnică, București, 1966.

13. Vernescu, Al., Costa Foru, Al., Nadler, A. și Popa, C. Studiul posibilităților de automatizare a prelucrării datelor de zăcămînt și efectuarea la mașini a prevederii comportării zăcămintelor prin metode hidrodinamice. Arhiva I.C.P.T.G., Cîmpina, 1970.

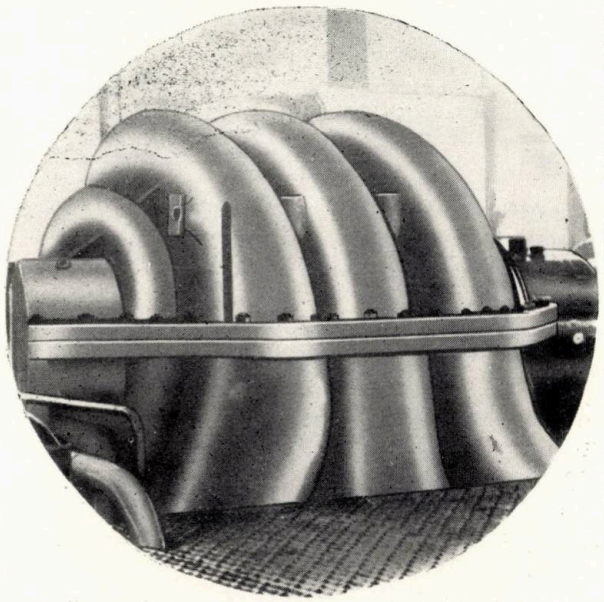
14. Vernescu, Al., Costa Foru, Al., Nadler, A și Nadler, H. Studiul datelor geologice, fizice și de comportare a exploatării zăcămîntului de la Băbeni, Arhiva I.C.P.T.G., Cîmpina, 1970.

15. Vernescu, Al. Contribuții în problema perfecționării metodelor de prevedere a evoluției în exploatare a zăcămintelor petrolifere cu împingere completă de apă. Teză de doctorat, București, 1971.

16. Wyllie, M.R.J. In: J. Petr. Technol., iun. 1962.



EXPERIMENTATE PE PLAN INTERNAȚIONAL
VERIFICATE, SIGURE



COMPRESOARE CENTRIFUGALE

pentru industria chimică și petrochimică; produse sigure în exploatare, experimentate pe plan internațional cu multiple posibilități de adaptare și avantaje deosebite în exploatarea instalațiilor.

Se livrează: compresoare pentru oxigen, pentru instalații de descompunere a aerului, compresoare pentru procese metalurgice și instalații de gazeificare a cărbunilor sub presiune, compresoare pentru clor gazos și compresoare pentru industria prelucrătoare de țiței și gaze naturale, instalații de etilenă, compresoare pentru gaz de cocserie etc. cu capacități pînă la 70 000 m^3/h.

Cereți informații suplimentare.

VEB PUMPEN—UND GEBLÄSEWERK LEIPZIG
R.D.G.—7031, Leipzig—Klingenstrasse 16—18
Betrieb des VEB Kombinats Pumpen und Verdichter Halle

Exportator:
Technocommerz GmbH
RDG—108 Berlin—Johannes — Dieckmann—Strasse 4—6
Republica Democrată Germană

Ambasada R.D.G.
din R.S. România
HPA TKB Technocommerz
București, Drumul Taberei, Compozitorilor 30, scara 1

PUBLICOM

Contribuţii la studierea acizilor naftenici româneşti

Carmen Lerescu

Cercetarea şi stabilirea compoziţiei chimice a acizilor naftenici este o problemă care a preocupat de multă vreme pe cercetători.

Cu circa 100 de ani în urmă Eichler[1] separă dintr-un ţiţei de Baku acizi naftenici, cărora le atribuie pentru prima oară formula $C_nH_{2n}{-}_2O_2$. În acelaşi timp Hell şi Medinger [2] stabilesc compoziţia chimică a acidului C_{11} $H_{20}O_2$ dintr-un ţiţei românesc.

Printre cercetătorii care s-au ocupat în mod deosebit de acest domeniu se poate cita Zelinsky [3], care într-o lucrare fundamentală asupra structurii acizilor naftenici ajunge la concluzia că structura care predomină este ciclul de cinci atomi de carbon, Goheen [4], care studiază structura acizilor naftenici superiori cu peste 20 de atomi de carbon în moleculă şi aplică pentru prima oară, metoda analizei pe grupe structurale hidrocarburilor rezultate prin trecerea de la acid la hidrocarbură. Lochte [5], în cartea sa asupra acizilor naftenici, arată că pînă în anul 1955 acizii identificaţi au pînă la 14 atomi de carbon, iar în ceea ce priveşte acizii superiori, s-au identificat numai fracţiuni înguste nu indivizi chimici. De asemenea, el susţine că acizii pînă la C_{12} sînt monociclici, iar cei peste C_{13} pot ajunge şi la pentaciclici. De atunci mulţi alţi cercetători s-au ocupat de structura acizilor naftenici, mai ales de acizi cu peste zece atomi de carbon în moleculă. Astfel, Bock şi Behrends [6] identifică dintr-un amestec de acizi naftenici comerciali de California acizii C_{14}, C_{15}, C_{19}. Seifert [8] identifică acizi policiclici aromatici şi heterociclici dintr-un amestec de acizi naftenici proveniţi dintr-un ţiţei de California.

În ceea ce priveşte acizii naftenici româneşti, Frangopol [9] este primul cercetător care izolează acizi naftenici din seria $C_7{-}C_{12}$ dintr-un petrol lampant românesc , mai tîrziu Naphtali [10] identifică tot în ţiţeiuri româneşti acidul metil-ciclopentilbutiric şi dimetilciclopentil propionic.

Braun [11] este unul dintre cei mai cunoscuţi cercetători în domeniul acizilor naftenici româneşti, stabilind natura ciclului şi a catenei laterale. El lucrează cu acizi din petrol şi motorine, acizi care corespund la 7—18 atomi de carbon, şi ajunge la concluzia că în ţiţeiurile româneşti acizii pînă la C_{13} sînt monociclici, iar cei peste C_{13} biciclici. El consideră că în majoritatea cazurilor ciclul este format din cinci atomi de carbon cu carboxilul legat de ciclu printr-un CH_2 şi că în acizii româneşti cu peste zece atomi de carbon nu există acizi graşi.

Chiotan [12], cu ocazia unei teze de doctorat, face un studiu asupra structurii acizilor naftenici româneşti.

Neniţescu şi colab. [13] separă din ţiţeiuri româneşti pentru prima oară acizi naftenici cu şase şi şapte atomi de carbon cum sînt, de exemplu acidul metil valerianic, ciclopentil carbonic, ciclopentilacetic etc. De asemenea, ei sintetizează şapte acizi care au servit ca etalon pentru identificarea acizilor izolaţi.

Din această scurtă trecere în revistă rezultă că în ceea ce priveşte acizii naftenici româneşti superiori nu s-au făcut prea multe studii ; de aceea cu ocazia unei lucrări [14] ne-am propus studierea structurii acizilor naftenici româneşti din fracţiunea 350—400°C dintr-un ţiţei nafteno-aromatic

Pe aceeaşi linie se situează şi lucrarea care face obiectul acestui articol, studierea acizilor naftenici din fracţiunea 400—425°C, dintr-un ţiţei parafin-naftenic din şantierul Ţintea.

Materialul supus cercetării

Acizii bruţi cu care s-a lucrat au avut caracteristicile redate în tabela 1.

TABELA 1

Caracteristicile acizilor bruţi

Interval de distilare,°C	d_4^{20}	Indice de aciditate, mg KOH/g	Nesaponificabile, %	Apă
350—450	0,9480	50	50	urme

Aceste date s-au obţinut prin metode curente. Dozarea nesaponificabilelor s-a făcut prin metoda cromatografică, descrisă într-o lucrare anterioară [14].

Această fracţiune largă a fost supusă distilării în vid la 3 mm Hg, pentru a obţine fracţiunea 400—425°C care interesa.

În tabela 2 sînt indicate rezultatele distilării.

Acizii bruţi au fost separaţi de nesaponificabilele ce îi însoţesc prin cromatografie pe silicagel, utilizînd ca eluent eter de petrol, iar ca desorbent alcool etilic.

TABELA 2

Distilarea în vid a acizilor bruți

Fracțiunea	Temperatura la 760°C, mm	Temperatura la 3 mmHg, °C	Grame	Substanțe, %
1	350—400	172—200	68	25,2
2	400—425	200—230	50	18,5
3	425—450	230—244	60	22,2
Reziduu	—	—	88	32,6
Total	—	—	270	1,0
Pierderi	—	—	4	1,5

TABELA 3

Constantele fizico-chimice ale fracțiunii 400—425 °C

Interval de fierbere, °C	n_D^{20}	d_4^{20}	Indice de aciditate, mg KOH/g	Nesaponificabile prin cromatografie, %
400—425	1,5010	0,9361	90	40

După cromatografie acizii puri separați au avut constantele fizico-chimice din tabela 4.

TABELA 4

Constantele acizilor puri

n_D^{20}	d_4^{20}	Indicele de aciditate, mg KOH/g	Nesaponificabile, %	$n \cdot d$
1,5165	0,9835	150	0	1,470

Produsul $n \times d$ este un factor de caracterizare pentru acizi naftenici, găsit de L o c h t e [5] și variază între 1,4000 și 1,4800, pentru acizii studiați pînă acum.

Hidrocarburile corespunzătoare acizilor

Datorită faptului că structura hidrocarburilor poate fi urmărită mai bine decît aceea a acizilor, s-a aplicat metoda conversiei acizilor în hidrocarburi și cercetarea amestecului de hidrocarburi obținut pe baza analizei pe grupe structurale, a analizei elementare și a analizei spectroscopice în infraroșu . Metoda conversiei reprezintă trecerea acizilor la hidrocarburi prin intermediul următoarelor etape :

$$RCOOH - RCOOC_2H_5 - RCH_2OH - RCH_2I - RCH_3$$

Metodele utilizate sînt metode curente, descrise în amănunt într-o lucrare anterioară [14]; de aceea se vor prezenta pe scurt etapele parcurse.

Trecerea acizilor în esteri

Prima treaptă a conversiei a fost esterificarea. S-a folosit metoda esterificării acizilor naftenici cu alcool etilic absolut în prezența HCl gazos catalizator.

Fracțiunii de esteri i s-au determinat constantele fizico-chimice redate în tabela 5.

TABELA 5

Constantele fizico-chimice ale esterilor

d_4^{20}	n_D^{20}	Indice de aciditate, mg KOH/g	Indice de saponificare, mg KOH/g
0,9405	1,5085	0	150

Trecerea esterilor în alcooli

Esterii au fost trecuți în alcooli după metoda B o u v e a u l t-B l a n c [15], iar alcoolilor rezultați li s-au determinat constantele redate în tabela 6.

TABELA 6

Constantele fizico-chimice ale alcoolilor

d_4^{20}	n_D^{20}	Indice de saponificare	Indice de aciditate, mg/KOH/g
0,9171	1,5143	2	0

Trecerea alcoolilor în iodură

S-a lucrat după metoda H a r t m a n și B a y e r s [16], care constă în încălzirea alcoolilor în prezență de fosfor roșu cu iod resublimat sub agitare. Randamentul este de 80 %. Mersul operației se controlează prin conținutul de iod în substanță halogenată. Iodurile au fost caracterizate prin constantele din tabela 7.

TABELA 7

Constantele fizico-chimice ale iodurilor

d_4^{20}	n_D^{20}	Iod, %
1,1136	1,5313	32

Trecerea iodurilor în hidrocarburi

Ultima etapă de transformare a fost trecerea iodurilor în hidrocarburi, după metoda L e v e n e [17], care constă în tratarea iodurilor naftenice cu acid acetic glacial, în prezența zincului praf, sub agitare.

Hidrocarburile obținute au fost distilate în vid la 3 mm Hg (270—370°C) și s-a obținut fracțiunea principală de hidrocarburi.

Studiul hidrocarburilor rezultate prin conversia acizilor

Studiul fizico-chimic care urmează a fost necesar pentru a putea caracteriza amestecul de hidrocarburi obținute.

Prima determinare efectuată a fost analiza elementară, pentru a verifica dacă produsul obți-

nut nu mai conține compuși cu oxigen. Acest lucru este necesar atît pentru a cunoaște dacă treptele conversiei au mers bine, cît și pentru a putea aplica analiza pe grupe structurale *n-d-M*, hidrocarburilor obținute, analiză care nu se aplică produselor care conțin oxigen.

Stabilirea compoziției elementare s-a determinat prin combustie semimicro cu aparatul Boetius.

Rezultatele analizei elementare sînt redate în tabela 8.

TABELA 8

Analiza elementară

Probă, g	CO_2	H_2O	C exp., %	H, %	C+H, %	C/H
0,02148	0,00680	0,02624	86,35	13,65	100	6,3

Din datele analizei elementare rezultă absența oxigenului, așa cum era și normal.

Pentru a se putea calcula în continuare formula brută a substanței ce a rezultat, s-a determinat greutatea moleculară prin metoda crioscopică.

TABELA 9

Date pentru determinarea greutății moleculare

Probă, g	t	K	M
0,670	0,6	5,07	360

Pe baza datelor analizei elementare și a greutății moleculare, s-au putut stabili formula brută și formula de serie pentru hidrocarbura medie obținută (tabela 10).

TABELA 10

Formula brută

C, %	H, %	M	Formula brută	Formula de serie
86,3	13,7	360	$C_{25,9}H_{49,2}$	$C_nH_{2n-2,6}$

Din datele tabelei 10 rezultă o hidrocarbură medie ce conține 26 de atomi de carbon, ceea ce corespunde valorii obținute pentru greutatea moleculară determinată anterior. De asemenea, din formula de serie rezultă o nesaturare care se datorește probabil ciclizării moleculei.

În etapa următoare s-a calculat analiza *n-d-M* pentru hidrocarbura medie obținută în scopul cunoașterii structurii acizilor respectivi.

Analiza *n-d-M*

Pentru a putea calcula analiza pe grupe structurale a fost necesar să se determine următoarele constante : indice de refracție la 20°C, densitatea la 20°C și greutatea moleculară. Valorile obținute sînt prezentate în tabela 11. De asemenea, s-a determinat și dispersia specifică, care dă indicații asupra prezenței sau absenței structurii aromatice.

TABELA 11

Constantele fizice ale hidrocarburii

d_4^{20}	n_D^{20}	M	9F (dispersia specifică)
0,875	1,480	360	100

Din datele dispersiei specifice rezultă absența unei structuri aromatice, valoarea obținută fiind foarte aproape de valoarea ce se obține pentru hidrocarburile parafin-naftenice, și anume 99.

Cu ajutorul constantelor fizice determinate, aplicînd formulele de calcul pentru metoda analizei pe grupe structurale *n-d-M*, s-au determinat repartiția carbonilor în structuri și numărul de cicluri.

TABELA 12

Distribuția carbonilor pe structuri și a numărului de cicluri

C_A, %	C_R, %	C_N, %	C_N, %	R_T	R_A	R_N
1,5	40	38,5	60	2,25	0,05	2,20

Din analiza datelor obținute prin analiza pe grupe structurale rezultă prezența unei structuri biciclice și triciclice în care carbonul ciclic reprezintă 40 %, iar cel parafinic 60 %. De asemenea, rezultă un procent foarte mic de cicluri aromatice, așa cum indică și valoarea obținută pentru dispersia specifică.

Din analiza elementară a rezultat o hidrocarbură medie de tipul $C_{26}H_{50}$, ceea ce corespunde la $C_R = 40$ % și $C_p = 60$ %, date care s-au obținut și prin analiza pe grupe structurale *n-d-M*.

Structura probabilă a hidrocarburii medii analizate ar fi un derivat de la decalina cu 16 atomi de carbon în catenă.

Pentru a verifica dacă această ipoteză este justă s-a trecut la analiza hidrocarburii medii obținute prin spectroscopie în infraroșu [19, 20, 21,22].

Spectroscopia în infraroșu

Interpretarea spectrului în infraroșu obținut la analiza hidrocarburii medii rezultate din conversia acizilor a făcut necesară obținerea cîtorva spectre de referință, și anume :

1. spectrul în infraroșu al unei probe de 100 % hexadecan, respectiv O % decalină (fig. 1) ;

2. spectrul în infraroșu al unei probe de decalină 25 % în *n*-hexadecan (fig. 2) ;

3. spectrul în infraroşu al unei probe de 48 % decalină în *n*-hexadecan (fig. 3);

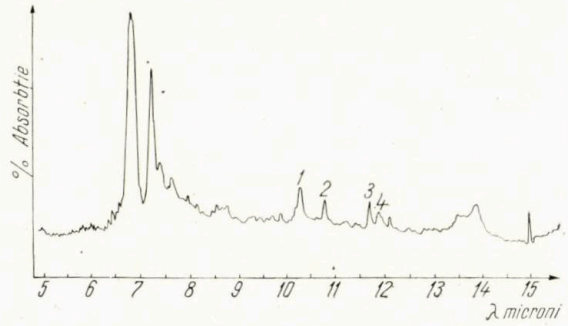


Fig. 1. Spectrul *n*-hexadecanului 100 %.

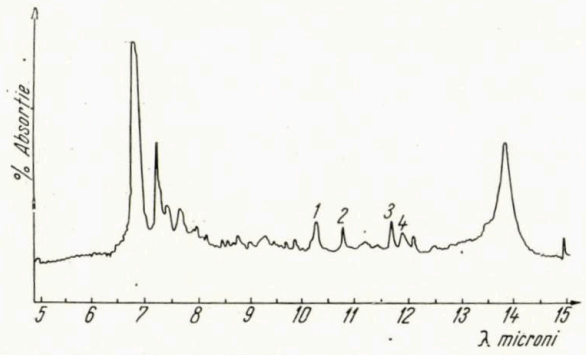


Fig. 2. Spectrul soluţiei 25 % decaline cu *n*-hexadecan.

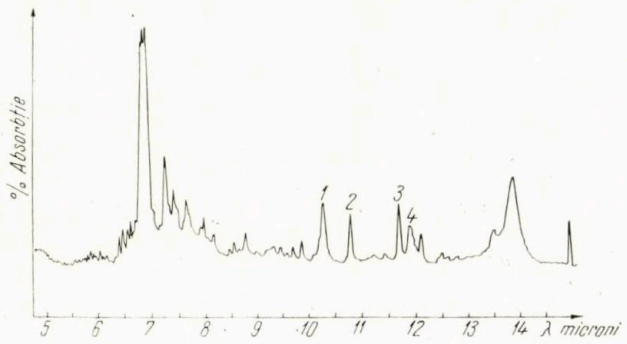


Fig. 3. Spectrul soluţiei 48 % decalina în *n*-hexadecan.

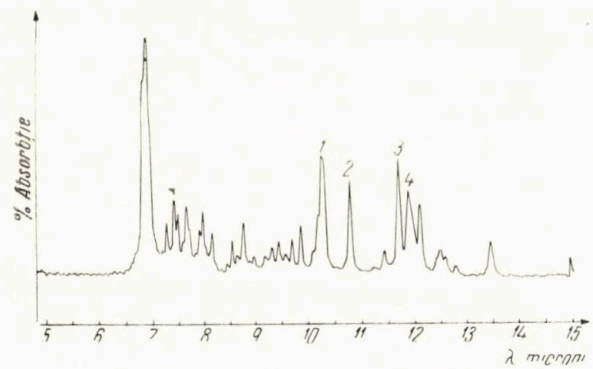


Fig. 4. Spectrul soluţiei 75 % decalina în *n*-hexadecan.

4. spectrul în infraroşu al unei probe de 75 % decalină în *n*-hexadecan (fig. 4);

5. spectrul în infraroşu al unei probe de 100 % decalină (fig. 5);

6. spectrul în infraroşu al hidrocarburii medii obţinute din conversia acizilor (fig. 6).

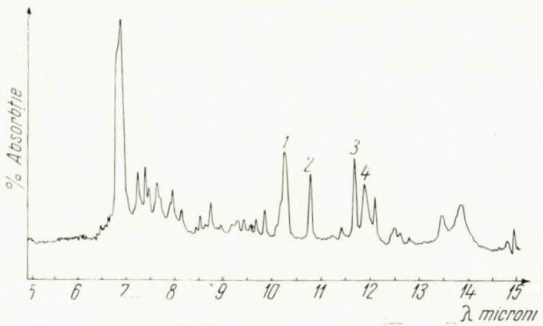


Fig. 5. Spectrul soluţiei 100 % decalina.

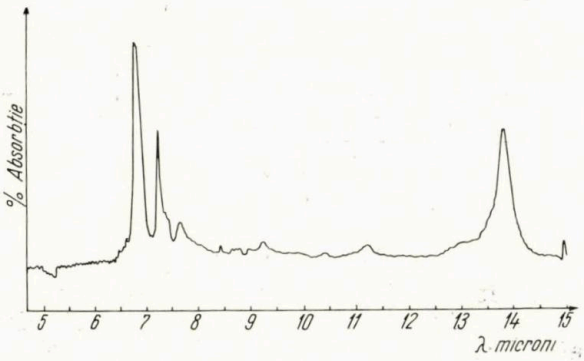


Fig. 6. Spectrul probei de analizat.

Spectrele obţinute sînt reprezentate în figurile 1—6.

Pentru a putea face o referire cantitativă, s-au ales cîteva dintre vîrfurile caracteristice spectrului decalinei, care au fost numerotate de la 1—4 aşa cum se vede din figură. Apoi s-a calculat extincţia $E-E_0$ pentru fiecare vîrf, în care $E = \log \frac{100}{100 - \%\ \text{absorbţie}}$.

În tabela 13 se prezintă lungimile de undă şi extincţiile pentru vîrfurile amintite.

TABELA 13

Maxim de absorbţie, microni	Vîrf	$E-E_0$ pentru 0% decalină	$E-E_0$ pentru 25% decalină	$E-E_0$ pentru 48% decalină	$E-E_0$ pentru 75% decalină	$E-E_0$ pentru 100% decalină	$E-E_0$ pentru hidrocarbură medie
10,3	1	0	0,052	0,120	0,201	0,271	0,076
10,8	2	0	0,042	0,090	0,139	0,195	0,060
11,7	3	0	0,051	0,116	0,182	0,259	0,065
11,9	4	0	0,031	0,066	0,115	0,163	0,052

Cu datele obţinute s-a trasat graficul care reprezintă variaţia extincţiei ($E-E_0$) pentru vîrfurile 1, 2, 3, funcţie de concentraţie. În abscisă concentraţia în decalină, în ordonată $E-E_0$, unde $E = \log \frac{100}{100 - \%\ \text{absorbţie}}$. Rezultatele obţinute sînt redate în figura. 7.

După ce s-a trasat figura 7 s-au fixat extincțiile obținute pentru fiecare vîrf al hidrocarburii analizate. Pentru vîrful 1 procentajul de decalină în probă este de 33 %, pentru vîrful 2, de 33 %, pentru vîrful 3, de 31 %, iar pentru vîrful

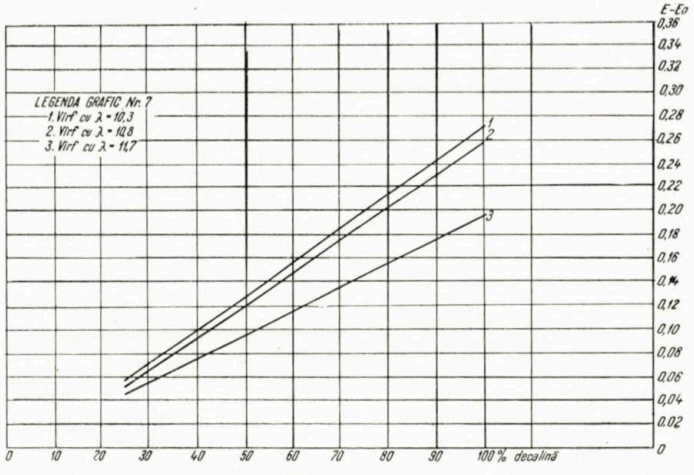


Fig. 7.

4 valoarea se depărtează, fiind de 28 %, de aceea s-a luat în considerare numai primele trei vîrfuri.

Rezultă din aceste date că concentrația în derivatul decalinei din hidrocarbură medie analizată variază între 31 și 33 %.

Cunoscînd faptul că aproximația metodei spectrale variază între 5 și 6 % și comparînd cu rezultatele analizei *n-d-M*, se poate spune că valorile obținute concordă.

Concluzii

Cercetările efectuate asupra fracțiunii de acizi naftenici cu interval de distilație 400—425°C, dintr-un țiței parafin-naftenic au condus la următoarele rezultate :

— Nesaponificabile constituite din hidrocarburi greu separabile de acizi prin metode cunoscute, au putut fi separate complet prin cromatografia lichid-solid pe silicagel.

— Operația de conversie de la acizi la hidrocarburi s-a efectuat în condiții bune. S-a obținut o hidrocarbură medie care conține 26 de atomi de carbon de moleculă, dintre care zece atomi de carbon sînt legați în cicluri naftenice și 16 atomi de carbon, în catene. Hidrocarbura ce a rezultat conținea în majoritate biciclu și foarte puțin triciclu. Compușii aromatici se găsesc în proporții foarte mici, practic neglijabili.

Ca atare se poate spune că acizii naftenici studiați conțin 26 de atomi de carbon, au o structură biciclică, în care partea ciclică reprezintă 33—38 %, și sînt derivați de la decalină. Lipsa structurii aromatice în acizii studiați, se datorește probabil naturii țițeiului studiat, care aparține, conform clasificării, grupei parafin-naftenice.

BIBLIOGRAFIE

1. Eichler, M. În : Bull. Soc. Mat. Moscova, **46**, 1874, p. 274.
2. Hell, C. și Medinger, E. În : Ber, **7**, 1874, p. 1 216.
3. Zelinsky, D. În : Ber. **75**, 1924, p. 42.
4. Goheen, J. În : Ind. Eng. Chem. **32**, 1940, p. 503.
5. Lochte, , H. și Littmann, E. Petroleum acids and bases chemical Publishing, New York, 1955.
6. Bock, R. și Behrends, K. În : Z. Anal. chem., **208**, 1965, p. 338.
7. Casson, J. și Graham, W. În : Tetrahedron, **21**, 1965, p. 471.
8. Seifert, W. În: Anal. chem. **42**, 1970, p. 750.
9. Frangopol, I. În : Die Naphtensauren, București, 1910.
10 Naphtali, L. Chemie, Technologie und Analyse der Naphtensauren. Stuttgart, 1927.
11. Braun, R. În : Ann, **490**, 1931, p. 100 și Ber, **66**, 1933, p. 1 499.
12. Chiotan, C. Teză de doctorat 1936.
13. Nenițescu, D. C. și colab., Teză, de doctorat, 1938.
14. Creangă, C. și Lerescu, C. Teză de doctorat, 1958.
15. Bouveault, J. Blanc. Comp. Rend. **156**, 1903, p. 1 678.
16. Hartman, M. și Bayers, K. În : Org. Synt, **15**, 1935, p. 29.
17. Levene, H. În : Org. Synt., **15**, 1935, p. 29.
18. Van Ness, K. și Van Westen. Aspects of the Constitution of Mineral Oils. Publish. Comp. — New York, 1951.
19. Cason, J. În : J. org. chem., **31**, 1966, p. 3 618.
20. Cason. J. În : J. Org. chem., **32**, 1967, p. 3 430.
21. Weisberger, I. Chemical Application of Spectroscopy, **IX**.
22. Seifert, W. În : Anal. chem. **41**, 1969, p. 554.

Pilele cu hidrocarburi — formă superioară de valorificare a combustibililor naturali

I. Sisteme cu oxidare directă

Maria Mavrodin-Tărăbîc, Ioana Onaca şi I. Solacolu

Încă din 1894 Ostwald a emis ideea de a nu mai transforma puterea calorică a cărbunilor şi a altor combustibili în energie electrică cu ajutorul maşinilor termice, ci de a efectua această conversie direct în pile electrice speciale şi de a capta energia sub formă de electricitate şi nu de căldură. După ce timp de 60 de ani încercările făcute de specialişti ca Nernst, Haber [1], Baur [2] şi colaboratorii lor nu au dat rezultatele aşteptate, în ultimii ani s-au făcut progrese remarcabile în acest domeniu.

Procesul termic de transformare a energiei chimice a combustibililor în energie electrică (ilustrat schematic de primul rînd al schemei bloc prezentată în figura 1) prevede o primă fază în care energia chimică ce apare din reacţia de oxidare a combustibilului se transformă integral în energie calorică prin combustie obişnuită; aceasta din urmă, energie de calitate inferioară, poate fi transformată prin intermediul maşinilor termice în energie mecanică cu un randament destul de scăzut. Cu toate că transformarea aproape fără pierdere a energiei mecanice în energie electrică cu ajutorul maşinilor electrice nu prezintă nici un fel de dificultate, randamentele de conversie corespunzătoare acestei scheme sînt scăzute din cauza trecerii prin energia calorică, energie de calitate inferioară.

Una dintre căile de a înlătura acest neajuns a fost propusă de Ostwald şi este denumită astăzi „pila cu combustibil cu funcţionare directă" (rîndul al doilea al schemei bloc din figura 1), în care energia electrică este obţinută direct din reacţia de oxidare a combustibililor convenţionali. În această categorie se încadrează şi pilele bazate pe oxidarea directă a hidrocarburilor.

Rîndul al treilea al schemei-bloc prezentate ilustrează principiul care stă la baza conversiei energiei în aşa-numitele „pile cu combustibil cu funcţionare indirectă", caracterizate prin utilizarea unui combustibil secundar mai adecvat scopului propus, cum ar fi gaze mai uşor oxidabile (hidrogen sau oxid de carbon) sau lichide (alcooli), categorie din care fac parte pilele ce folosesc drept combustibil hidrocarburi reformate.

După cum se observă din schema bloc, nu se poate evita o anumită pierdere de energie la transformarea unui combustibil primar într-unul secundar cu ajutorul unei reacţii intermediare, ca, de exemplu, cracarea catalitică a fracţiunilor petroliere, însă randamentul realizat la conversia energiei chimice a combustibilului primar rămîne foarte ridicat în comparaţie cu procedeul termic.

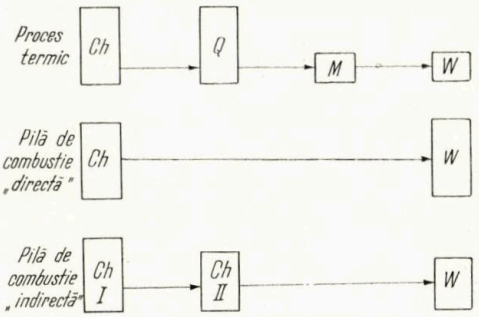


Fig. 1. Reprezentarea schematică a diferitelor procedee de transformare a energiei chimice a combustibililor în energie electrică

Dintre sursele chimice de curent care folosesc un combustibil secundar se distinge, prin performanţele sale deosebite şi prin simplitatea reacţiilor, pila hidrogen-oxigen, care poate funcţiona atît în mediu acid, cît şi în mediu alcalin. Principiul care stă la baza obţinerii energiei electrice într-o sursă de tip hidrogen-oxigen este conversia energiei chimice degajată în reacţia de oxidare electrochimică a hidrogenului în energie electrică:

$$2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O + W$$

În mediu acid, reacţiile care au loc la electrozi sînt:

— *la anod*: $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2\,e^-$

— *la catod*: $\frac{1}{2}\,O_2 + H_2O + 2e^- \rightarrow 2OH^-$

$2OH^- + 2H^+ \rightarrow 2H_2O$

În mediu alcalin, reacţiile sînt:

— *la anod*: $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

$2H^+ + 2OH^- \rightarrow 2H_2O$

— *la catod*: $\frac{1}{2}O_2 + H_2O + 2e^- \rightarrow 2OH^-$

Electrozii utilizaţi sînt aşa-numiţii „electrozi de gaz", activaţi catalitic, constituiţi din sisteme poroase astfel alese, încît să ofere condiţii optime desfăşurării reacţiilor electrochimice. În interiorul porilor are loc contactul intim dintre cele trei faze care iau parte la reacţie — gaz (combustibil

sau comburant), electrolit (acid sau alcalin) şi catalizator. Realizarea unei suprafeţe active de reacţie foarte mari în raport cu suprafaţa geometrică a electrodului explică performanţele deosebite ale surselor chimice de curent de acest tip.

Preţul de cost ridicat al combustibilului secundar utilizat (hidrogenul) limitează aplicaţiile practice ale pilelor de tip hidrogen-oxigen la acele domenii în care ele nu pot fi concurate de preţul de cost relativ scăzut al energiei electrice obţinute prin procedeele convenţionale ; cercetările legate de găsirea unor combustibili mai accesibili şi mai ieftini sînt pe deplin justificate şi nu este deloc surprinzător faptul că, în ultima vreme, atenţia cercetătorilor se îndreaptă spre utilizarea hidrocarburilor drept combustibil în sursele chimice de energie electrică.

1. Electrooxidarea directă a hidrocarburilor

Studiile efectuate asupra hidrocarburilor, considerate la începutul acestui secol ca fiind specii electrochimice inerte, au demonstrat posibilitatea utilizării lor drept combustibil în pilele cu electroliţi topiţi, de temperatură ridicată, şi în pilele cu electrolit apos, care lucrează la temperatură şi presiune moderată.

Primele lucrări care au demonstrat că hidrocarburile sînt o specie activă într-o sursă chimică de curent aparţin lui B a u r[2,3], care a arătat că se obţin curenţi mici,dar semnificativi, în cazul oxidării directe a hidrocarburilor la temperaturi mai mari de 1 000°C. Aceste rezultate au fost confirmate prin lucrările publicate de D a v t y a n[2], C h a m b e r s [5] şi B r o e r s [6], care au realizat pile cu hidrocarburi ce foloseau drept electrolit amestecuri de carbonaţi alcalini topiţi şi lucrau la temperaturi de circa 600°C. Datorită faptului că aceste pile prezentau inconveniente legate de utilizarea unor săruri topite drept electroliţi (consum de căldură pentru menţinerea temperaturii electrolitului, coroziunea înaintată a aparaturii), s-a încercat electrooxidarea hidrocarburilor în pile care utilizează electroliţi apoşi la temperaturi şi presiuni medii.

Se poate considera că B a c o n [7] a realizat primul sistem de electrozi capabil să efectueze electrooxidarea directă a hidrocarburilor, într-o pilă care lucra cu un electrolit pe bază de hidroxid de potasiu concentrat, la temperatura de 250°C şi la presiunea de 40 atm. Progrese importtante au realizat J u s t i şi colaboratorii săi[8] care au construit o pilă cu hidrocarburi cu electrozi de tip DSK, (catalizor cu dublu schelet) pe bază de nichel Raney, folosind drept electolit hidroxid de potasiu 30%, la temperatura de 80°C. Alţi cercetători[9] au arătat posibilitatea utilizării hidrocarburilor drept combustibili în surse chimice de curent cu electrolit alcalin sau acid ; astfel, N i e d r a c h şi G r u b b[10,11], în cadrul proiectului Gemini, au construit o pilă cu hidrocarburi cu eficienţă ridicată.

În scopul realizării unei pile cu hidrocarburi cu o bună eficienţă în transformarea energiei chimice a combustibilului în energie electrică, se pun probleme dificile legate de :

— combustibilul folosit ;
— temperatura şi presiunea de lucru ;
— structura electrozilor ;
— electrolitul ;
— electrocatalizatorul utilizat.

O importanţă deosebită prezintă alegerea ultimilor trei factori [12], determinanţi pentru caracteristicile electrochimice ale sursei de curent.

2. Consideraţii privind cinetica electrooxidării hidrocarburilor

Procesele care au loc în anodul pilei cu hidrocarburi sînt deosebit de complexe, etapele implicate fiind :

1) adsorbţia combustibilului ;
2) ruperea legăturilor ;

a. C—H
b. C—C

3) transferul electronilor înspre catod ;
4) oxigenarea produşilor intermediari ;
5) îndepărtarea produşilor :

a. H^+
b. CO_2

Studiile efectuate asupra electrooxidării hidrocarburilor au condus la concluzia că :

— hidrocarburile saturate sînt mult mai puţin reactive decît cele olefinice ;

— dintre hidrocarburile saturate cele liniare sînt mai puţin reactive decît cele ramificate sau decît cele ciclice ;

— metanul este mai puţin reactiv decît omologii săi apropiaţi (etan, propan,butan) ;

— la electrooxidarea hidrocarburilor se formează produşi oxigenaţi.

În figura 2 este reprezentată electroactivitatea comparativă a hidrocarburilor saturate, exprimată ca densitate de curent, obţinută la electrooxidarea acestora sub o tensiune de 0,2 V.

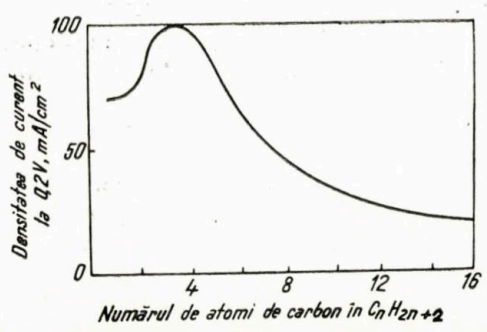


Fig. 2. Electroactivitatea hidrocarburilor în funcţie de numărul de atomi de carbon din moleculă.

La baza obținerii curentului electric în pilele cu hidrocarburi poate sta unul dintre următoarele două procese :

— dehidrogenarea treptată a hidrocarburii și oxidarea hidrogenului rezultat ;

— oxigenarea hidrocarburii, cu formarea în final de bioxid de carbon, în mediu acid, sau a unor specii carbonat, în mediu alcalin.

Măsurătorile efectuate asupra vitezei de rupere a legăturilor C—H și C—C ale propanului [13,17] au arătat că la 150°C și la o presiune de 0,5 atm, viteza de desfacere a legăturii C—H este de $10^{13} cm^{-2} \cdot s^{-1}$, în comparație cu viteza de $2 \cdot 10^{11}$ $cm^{-2} \cdot s^{-1}$ de rupere a legăturilor C—C. Aceasta corespunde unei densități de curent de 130 mA/cm^2, în cazul în care o moleculă se oxidează total la bioxid de carbon.

În general, oxidarea anodică a hidrocarburilor poate fi considerată ca un proces mixt de dehidrogenare și oxigenare [18,25] : în timpul dehidrogenării, legăturile C—C tind să rămînă intacte, sau chiar să se formeze, iar în timpul oxigenării legăturile C—C tind să dispară. Posibilitatea legării carbonului de metal există în amîndouă procesele, dar pare mai ușoară în timpul dehidrogenării. Dacă dehidrogenarea este predominantă, oxidarea va fi incompletă și devine înceată dacă pe anozi se formează produși bogați în carbon ; în cazul în care predomină oxigenarea, produșii de reacție în electrolit acid sînt bioxidul de carbon și hidrogenul, care pot fi îndepărtați rapid la densități mari de curent și cu supratensiuni reduse. Acest proces competitiv dintre dehidrogenare și oxigenare este problema centrală a electrooxidării hidrocarburilor, de rezolvarea căreia depinde realizarea de sisteme eficiente de conversie a energiei chimice a combustibilului.

3. Electrolitul utilizat în pilele cu hidrocarburi

S-au realizat sisteme de pile cu hidrocarburi ce folosesc, fie electrolit acid (acid sulfuric, acid fosforic), fie electrolit alcalin (hidroxid de potasiu).

Deși folosirea unui electrolit alcalin permite obținerea unor densități de curent superioare celor obținute în pilele cu electrolit acid, electrooxidarea unor specii cu conținut de carbon într-un electrolit alcalin prezintă dezavantajul carbonatării electrolitului. Acest dezavantaj impune realizarea unor instalații speciale pentru decarbonatarea electrolitului, ceea ce duce la mărirea prețului de cost al energiei electrice obținute și al gabaritului sursei chimice de curent.

Ținînd seama de cele arătate, în pilele cu hidrocarburi se folosesc de preferință electroliți acizi. Studiile efectuate în privința influenței naturii electrolitului asupra procesului de electrooxidare a hidrocarburilor [26,27] au arătat că un bun electrolit trebuie să îndeplinească următoarele condiții

— să fie acid ;

— să conțină apă suficientă pentru oxigenarea produșilor intermediari ;

— să aibă un anion care să nu se adsoarbă atît de puternic încît să reducă numărul de centri activi ai anodului.

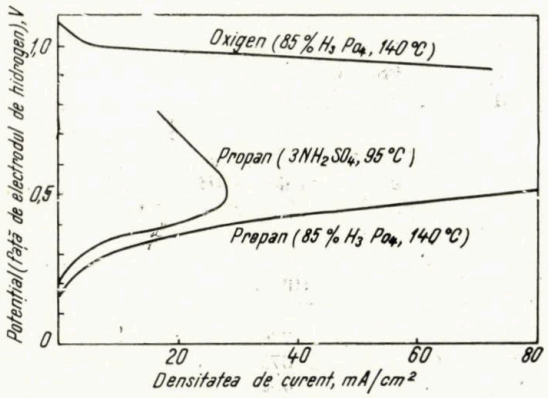


Fig. 3. Influența naturii electrolitului acid asupra performanțelor unei pile cu propan

Astfel, Voorhies, Mayell și Landi [28] au arătat că densități de curent mari la electrooxidarea propanului se obțin numai în mediu de acid fosforic (fig. 3).

4. Catalizatori utilizați în pilele cu hidrocarburi

Oxidarea electrochimică a hidrocarburilor ca, de exemplu, propanul cu viteze relativ ridicate necesită folosirea unui catalizator de platină [29-33]. Lucrări recente [34] au arătat că se obțin viteze ridicate de oxidare numai dacă se folosesc cantități mari de platină (>35 mg/cm^2). S-a încercat și utilizarea altor metale catalitic active, cum ar fi : paladiu [10,35,36], nichel [35], argint [34], molibdat de cobalt sau borură de nichel [37]. În general, literatura de specialitate este destul de săracă în studii care să încerce să elucideze mecanismul catalizării electrooxidării hidrocarburilor [38-40].

Activitatea catalitică a diferitelor metale față de hidrocarburi este asemănătoare cu cea față de hidrogen ; această manifestare este surprinzătoare avînd în vedere faptul că mecanismul de electrooxidare al hidrocarburilor este mult mai complex, implicînd desfacerea legăturilor C—H și C—C. Studiile fundamentale referitoare la adsorbția hidrocarburilor pe metale arată că se formează același tip de legături ca și la adsorbția hidrogenului. Astfel, spectrele de absorbție în infraroșu au arătat că etilena este adsorbită rapid și puternic pe platină, cu formarea unei legături între metal și carbon și ruperea dublei legături. În acest fel legătura C—C este desfăcută și înlocuită cu o legătură C— metal și se poate afirma că aceasta este reacția determinantă de viteză în procesul de electrooxidare catalitică a hidrocarburilor.

Performanțele obținute la oxidarea electrocatalitică a hidrocarburilor pe cărbune poros activat cu platină în mediu de acid sulfuric și pe

nichel poros activat cu platină în mediu de hidroxid de potasiu sînt mai mici decît cele obținute în cazul oxidării electrocatalitice a hidrogenului [41]. Studiile privind activitatea electrocatalitică a metalelor din grupa VIII și Ib în reacție de oxidare a hidrocarburilor [42, 43] au arătat că aceste metale urmează aceeași ordine ca și în cazul oxidării hidrogenului (tabela 1).

TABELA 1

Potențiale de electrooxidare ale hidrocarburilor nesaturate pe diferite metale, exprimate față de hidrgen

Metalul	Potențial de electrooxidare, mV	
	etilenă	acetilenă
Fe	780	790
Co	675	715
Ni	605	595
Cu	410	475
Ru	205	475
Rh	365	535
Pd	710	705
Ag	95	95
W	405	460
Os	425	570
Ir	610	625
Pt	380	570
Au	190	185

Au fost realizate practic pile cu propan și butan, care realizează densități de curent de aproximativ 100 mA/cm² la o tensiune de 0,4 V, folosind catalizatori de platină [44]. În figura 4 sînt prezentate performanțele obținute în cazul unor pile cu propan care utilizează ca electrolit acid fosforic [45] sau acid fluorhidric [46].

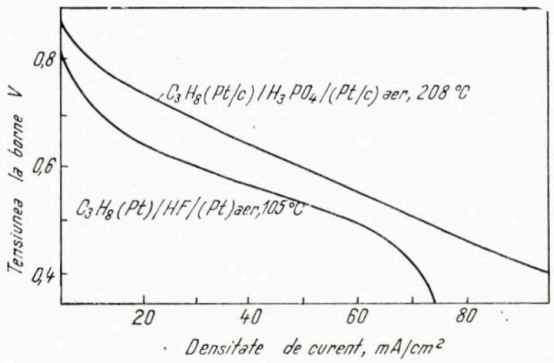


Fig. 4. Caracteristicile electrice ale unor pile cu propan.

Concluzii

1. Hidrocarburile pot fi utilizate cu succes drept combustibil în surse chimice de curent, ceea ce reprezintă o formă superioară de valorificare a lor.

2. Hidrocarburile prezintă o electroactivitate ce crește de la metan la propan-butan, după care scade pe măsura creșterii numărului de atomi de carbon din moleculă. Cele mai bune performanțe electrochimice s-au realizat în pile cu propan sau butan (de ordinul a 100 mA/cm², la o tensiune de 0,4 V).

3. Drept electroliți în pilele cu hidrocarburi se folosesc electroliți apoși, pe bază de acid sulfuric și acid fosforic, întrucît utilizarea unui electrolit alcalin prezintă dezavantaje legate de carbonatarea electrolitului. Dintre electroliții acizi, cele mai bune performanțe le prezintă acidul fosforic, ai cărui anioni nu se adsorb pe catalizator, blocînd centrii electrocatalitic activi ai acestuia.

4. Folosirea hidrocarburilor drept combustibil în sursele chimice de curent ridică probleme dificile legate de electrocatalizorii utilizați (preț de cost ridicat, consum mare de masă catalitică) și coroziunea instalațiilor.

5. Posibilitățile de utilizare pe scară largă a surselor chimice de curent în care reacția ce stă la baza obținerii curentului electric este electrooxidarea directă a hidrocarburilor sînt legate de realizarea de sisteme care să folosească eficient hidrocarburi lichide cu un număr mare de atomi de carbon sau să înlocuiască hidrocarburile pure, folosite în prezent cu fracțiuni petroliere.

BIBLIOGRAFIE

1. Chang, S.S.L. Conversion de l'énergie, Dunod, Paris 1966, p. 7.
2. Baur, E. și Tobler, J. În: Z. Electrochem., **39**, nr. 2, 1933, p. 169.
3. Baur, E. și Preis, H. În: Z. Electrochem., **44**, nr. 6, 1938, p. 635.
4. Davtyan, O. K. În: Dokl. Akad. Nauk S.S.S.R., **107**, nr. 2, 1946, p. 215.
5. Chambers, H. H. și Tantrum, A.D.S. Fuel Cells, ed. Young, G.J., Reinhold Publ., New York, 1960, p. 94.
6. Broers, G. H. J. și Schenke, M. În: J. Am. Chem. Soc. Natl. Meeting, Chicago 1961, Preprinds, p. B 19.
7. Bacon, F. T. și Forrest, J. S. În: Trans. 5th World Power Conf., Viena, 1956, Paper 11915/4, p. 5 397.
8. Justi, E., Pilkuhn, M., Scheibe, W., Winsel, A. și Gruneberg, G. Hochbelastbau Wasserstoff-Diffusions-Elektroden für Betrieb bei Umgebungstemperatur und Niederdruck, Franz Steiner, Wiesbaden, 1960.
9. Balaceanu, J. C. În: Rév. Inst, français du pétrole, **15**, nr. 10, 1960, p. 1 465.
10. Niedrach, L. W. În: J. Electrochem. Soc., **109**, nr. 9, 1962, p. 1 092.
11. Grubb, W. T., Niedrach, L. W. În: J. Electrochem. Soc., **107**, nr. 1, 1960, p. 131.
12. Liebhafsky, H. A, Douglas, D. L. și Fuel Cells. Ed. Young, G. J., Reinhold Publ. New York, 1960, p. 8.
13. McKee, D. W. În: J. Am. Chem. Soc., **84**, nr. 3, 1962, p. 1 109.
14. McKee, D. W. În: J. Am. Chem. Soc. **84**, nr. 10, 1962, p. 4 427.

15. McKee, D. W. În : J. Phys. Chem. **67**, nr. 5, 1963, p. 841.
16. McKee, D. W. În : J. Phys. Chem. **67**, nr. 8, 1963, p. 1 336.
17. McKee, D. W. În : J. Phys Chem., **68**, nr. 2, 1964, p. 481.
18. Gilman, S. În : J. Phys. Chem. **66**, nr. 11, 1962, p. 2 657.
19. Gilman, S. În : J. Phys. Chem., **67**, nr. 1, 1963, p. 78.
20. Gilman, S. În : J. Phys. Chem., **67**, nr. 8, 1963, p. 1 898.
21. Gilman, S. În : J. Electroanal. Chem., **7**, nr. 3, 1964, p. 382.
22. Gilman, S. În : Electrochim. Acta, **9**, nr. 9, 1964, p. 1 025.
23. Gilman, S. În : J. Phys. Chem. **68**, nr. 1, 1964, p. 70.
24. Gilman, S. În : J. Phys. Chem., **68**, nr. 9, 1964, p. 2 098.
25. Gilman, S. În : J. Phys. Chem., **68**, nr. 10, 1964, p. 2 112.
26. Cairns, E. J., McDonald, D. I. În : Electrochem. Technol., **2**, nr 1, 1964, p. 65.
27. Cairns, E. J. şi Bartosik, D.C. În : J. Electrochem. Soc., **111**, nr. 10, 1964, p. 1 205.
28. Voorhies, J. D., Mayell. J. S. şi Landi, H. P. Hydrocarbon Fuel Cell Technology, Ed. Backer, B.S. Academic Press, New York, 1965, p. 455.
29. Grubb, W.T. şi Niedrach, L. V. În : J. Electrochem. Soc., **110**, nr. 9, 1963, p. 1 086.
30. Grubb, W. T. şi Michalske, C. J. În : Nature **201**, 1964, p. 287.
31. Michalske, C. J. şi Grubb, W. T. În : J. Electrochem. Soc., **111**, nr. 9, 1967, p. 1 015.
32. Grubb, W. T. În : Nature, **201**, 1964, p. 699.
33. Oswin, H. G., Hartner, A. J. şi Malaspina, F. În : Nature, **200**, 1963, p. 256.
34. Thacker, R. Hydrocarbon Fuel Cell Technology, Ed. Baker, B. S., Academic Press, New York 1965, p. 525.
35. José, V. R. şi Long, V. D. În : J. Appl. Chem. (London), **14**, nr. 1, 1964, p. 64.
36. Thacker, R. şi Bump, D. D. În : Electrochem. Technol, **3**, nr. 1, 1965, p. 9.
37. Thacker, R. În : Nature **206**, 1965, p. 186.
38. Müller, E. În : Z. Elektrochem. **29**, nr. 3, 1923, p. 264.
39. Müller, E. În : Z. Electrochem. **33**, nr. 6, 1927, p. 561.
40. Dahns, J. şi Bockris, J. În : J. Electrochem. Soc., **111**, nr 6. 1964, p. 728.
41. Schlatter, M. J. În : Am. Chem. Soc. Natl-Meeting, Chicago, Div. of Pet. Chem. Preprints, **6**, B-149, 1960.
42. Young, G.J. şi Knapp, E.C. În : 2nd Ann, Symp. on Defect Solid State, Alfred Univ, New York, 1957.
43. Young, G.J. şi Rozelle, R.B. Fuel Cells. Ed. Young, G.J. Reinhold Publ, New York, 1960, p. 23.
44. Oniciu, L. Pile de combustie, Ed. Ştiinţifică, Bucureşti, 1971,p. 103.
45. Bonnemay, M., Bronöel, G., Levart, E. Pilla, A.A. În : Proc. 17th CITCE Meeting, Tokio, 1966.
46. Ginev, J. În : Electrochim. Acta, **8**,nr. 4, 1963, p. 587.

CRONICA

Prelucrarea ţiţeiului prezentată la al 6-lea Tîrg de mostre de bunuri de consum

Rafinăriile moderne de prelucrare a ţiţeiului, construite în ultimii ani în ţara noastră, au contribuit la creşterea procentului de benzine cu cifră octanică superioară, a cantităţii de uleiuri superioare, a purităţii hidrocarburilor aromatice. Totodată s-a diversificat considerabil producţia, s-a îmbunătăţit calitatea produselor destinate populaţiei. Staţiile PECO livrează carburanţi, ca : benzina auto regular şi premium, motorină, uleiuri şi unsori ambalate, cum sînt cele 25 de specialităţi de uleiuri pentru motor şi transmisie şi 4 tipuri de unsori consistente.

Preocuparea deosebită pentru aprovizionarea populaţiei cu produse rezultate din prelucrarea ţiţeiului a ieşit în evidenţă şi cu prilejul celui de al 6-lea Tîrg de mostre de bunuri de consum, care a avut loc în luna august a.c. la Bucureşti.

Standul amenajat de Centrala pentru condiţionarea, livrarea şi transportul produselor petroliere a cuprins produse care interesează în mare măsură îndeosebi pe posesorii de autoturisme, cît şi, în general, pe consumatorii de produse petroliere pentru uz casnic.

Calităţi deosebite, competitive cu produsele similare din străinătate, prezintă benzinele pentru motoarele cu carburanţi, diferenţiate după intervalul de distilare şi după rezistenţa la detonaţie care este îmbunătăţită prin adaosul unor aditivi speciali. Au fost remarcate, în mod special, benzinele PREMIUM C.O./R.98 şi REGULAR C.O./R.90. Vizitatorii au aflat că solicitările de benzine româneşti sînt în creştere, astfel încît consumul a sporit cu 383 % în anul 1971 faţă de 1965.

Materialele utilizate drept combustibili pentru motoarele Diesel au fost reprezentate prin două tipuri — de iarnă şi de vară.

Adaosurile de aditivi conferă uleiurilor rezistenţă la coroziune, spumare, congelare, indice de viscozitate ridicat şi rezistenţă la extremă presiune. Au fost expuse : ulei mineral pentru motoare auto, pentru transmisii auto. Faptul că uleiurile româneşti corespund exigenţelor consumatorilor este ilustrat de sporirea consumului. În anul 1971, de exemplu, s-au comercializat cu 305 % mai multe uleiuri minerale decît în anul 1965.

Unsorile consistente sînt obţinute prin dispersii de săpunuri în uleiuri sau lichide uleioase şi sînt folosite la ungerea mecanismelor în mişcare şi la protejarea suprafeţelor metalice. Unsorile consistente produse de rafinăriile noastre corespund exigenţelor impuse de tehnica actuală.

Este de remarcat felul ingenios de a prezenta produsele petroliere cît mai atractiv. Deşi incolore sau cu culori închise, ele fiind aşezate în recipienţi în formă de coloane de rafinare, au prezentat un efect plăcut pentru vizitatori.

Cu prilejul vizitării standului de produse petroliere destinate populaţiei, vizitatorii au aflat şi o serie de noutăţi. Astfel, încă din acest an, unele staţii PECO vor pune la dispoziţia automobiliştilor, pe lîngă produsele petroliere şi alte produse, cum ar fi : anvelope, camere de aer, bujii, valvule, petice calde, lichid de frînă, apă distilată, becuri de toate tipurile, articole cosmetice, auto etc.

Alături de standurile cu materiale plastice, fibre chimice, medicamente, coloranţi, lacuri, vopsele, standul de produse petroliere de larg consum a contribuit la succesul deosebit de care s-a bucurat chimia românească la cel de al 6-lea Tîrg de mostre de bunuri de consum.

Metodă exactă de calcul al echilibrelor teoretice pentru amestecul binar. I

C. Strătulă

Pentru calculul numărului de echilibre teoretice necesar separării prin funcţionare a unui amestec binar, cea mai cunoscută şi răspîndită metodă este cea a lui McC a b e — T h i l e [6].

Această răspîndire se datorează în primul rînd simplităţii şi rapidităţii calculului, ca urmare a ipotezelor de simplificare făcute de autor :

1. neglijarea căldurii de amestecare ;
2. neglijarea pierderilor de căldură în exterior (coloana lucrează adiabat) ;
3. neglijarea efectului schimbării căldurilor sensibile de-a lungul coloanei ;
4. considerarea căldurilor latente molare de vaporizare egale ale celor doi componenţi.

Pe baza ultimei ipoteze de simplificare, fluxurile de vapori şi de lichid rămîn constante de-a lungul coloanei de fracţionare atît în zona de concentrare, cît şi în zona de epuizare. Acest lucru nu este departe de realitate, dacă diferenţa dintre căldurile latente de vaporizare ale celor doi componenţi nu este mare. Totuşi în practica separării s-au întîlnit multe cazuri care nu îndeplinesc această condiţie, diferenţa sau raportul căldurilor latente molare de vaporizare la temperaturile normale de fierbere fiind relativ ridicate. De exemplu :

amoniac (A) — apă (B) : $L_B/L_A = 1{,}75$
acetonă (A) — apă (B) : $L_B/L_A = 1{,}35$
acid acetic (A) — apă (B) : $L_B/L_A = 1{,}68$
acid acetic (A) — glicol (B) : $L_B/L_A = 2{,}04$
metanol (A) — glicol (B) : $L_B/L_A = 1{,}42$
pentan (A) — etanol (B) : $L_B/L_A = 1{,}50$
acetonă (A) — glicol (B) : $L_B/L_A = 1{,}65$

Pentru soluţionarea unor astfel de amestecuri au fost dezvoltate mai multe metode, cea mai cunoscută fiind metoda grafică P o n c h o n - S a v a r i t [7, 8]. Această metodă, prin diagrama entalpie — concentraţie pe care o foloseşte la calculul numărului de echilibre teoretice, ia în considerare atît căldurile latente molare reale ale celor doi componenţi, cît şi efectul schimbării căldurilor sensibile de-a lungul coloanei şi căldura de amestecare. Cu toate că dă rezultate exacte, datorită complexităţii (construirea diagramei entalpie — concentraţie, trasarea numărului de echilibre) metoda Ponchon — Savarit nu are o aplicabilitate largă.

Mai recent F i s h e r [3] a modificat metoda grafică a lui M c C a b e - T h i e l e , propunînd înlocuirea dreptelor de operare cu curbe de operare. Pentru stabilirea ecuaţiilor acestor curbe de operare, Fisher a luat în considerare căldurile latente molare reale ale celor doi componenţi, dar a păstrat mai departe primele trei ipoteze (vezi metoda M c C a b e — T h i e l e), plus ipoteza neglijării efectului temperaturii asupra raportului căldurilor latente molare de vaporizare. Ecuaţiile stabilite de el au următoarea formă :

— pentru zona superioară (concentrare) :

$$y_{n+1} \cdot \left\{1 + \frac{(g-1)\,(x_p - x_n)}{(R+1)\,[g-(g-1)x_p]}\right\} = x_n + \frac{g(x_p - x_n)}{(R+1)\,[g-(g-1)\,x_p]} \qquad (1)$$

— pentru zona inferioară (epuizare) :

$$y_{m+1} \cdot \left\{1 + \frac{(g-1)\,(x_m - x_b)}{S\,[g-(g-1)\,x_b]}\right\} = x_m + \frac{g(x_m - x_b)}{S[g-(g-1)x_b]} \qquad (2)$$

în care :

g — este raportul căldurilor latente molare de vaporizare L_B/L_A luat la temperatura alimentării ;
R — raţia de reflux la vîrful coloanei L_0/P ;
L_0 — reflux la vîrful coloanei kmoli/h ;
x_p, x_b — fracţiile molare ale componentei mai volatile la vîrf, respectiv la baza coloanei ;
y_{n+1}, x_n şi y_{m+1}, x_m — concentraţii în contracurent din zona superioară, respectiv zona inferioară a coloanei ;
S — raţia de vaporizare V_B/B care se calculează cu relaţia :

$$S = \frac{[g-(g-1)x_p(R+1)(P/F) - [g-(g-1)y_f](1-q)}{[g-(g-1)x_b]\,(B/F)} \qquad (3)$$

unde, F, P şi B reprezintă moli de alimentare,

respectiv produs de vîrf şi de bază, iar q fracţiunea de lichid din alimentare.

Cu toate că metoda este mai simplă decît metoda grafică Ponchon—Savarit, ea nu este totuşi prea exactă, deoarece neglijează atît influenţa temperaturii asupra raportului căldurilor latente de vaporizare, cît şi căldurile sensibile.

O metodă mult mai recentă este cea a lui C h e n [1], care reprezintă tot o modificare a metodei M c C a b e - T h i e l e, deoarece dreptele de operare sînt înlocuite tot cu curbe de operare. Pentru stabilirea ecuaţiilor de calcul al acestor curbe, autorul a folosit şi el primele trei ipoteze de simplificare, dar raportul căldurilor latente molare de vaporizare l-a luat la temperatura medie a alimentării şi vîrfului coloanei, pentru zona superioară, şi a alimentării şi bazei coloanei, pentru zona inferioară. În felul acesta s-a ţinut seama, într-o oarecare măsură, de influenţa temperaturii asupra raportului căldurilor latente molare de vaporizare. Ecuaţiile au următoarea formă :

$$y_{n+1} = \frac{(\theta^{en} - g^{en})\, x_n + x_p\, g^{en}}{(x_p - x_n)(g^{en} - 1) + \theta^{en}}, \qquad (4)$$

unde :

$$\theta^{en} = (R+1)[(1-x_p)g^{en} + x_p]\,[2L_{A,P}/(L_{A,F} + L_{A,P})] \qquad (5)$$

şi :

$$g^{en} = (g_p + g_F)/2 \qquad (6)$$

Pentru zona inferioară :

$$y_{m+1} = \frac{(\theta^{sp} - g^{sp})\, x_m + x_b\, g^{sp}}{\theta^{sp} + (x_b - x_m)(g^{sp} - 1)} \qquad (7)$$

unde :

$$\theta^{sp} = -S[(1-x_b)g^{sp} + x_b]\,[2L_{A,B}/(L_{A,F} + L_{A,B})] \qquad (8)$$

şi :

$$g^{sp} = (g_F + g_B)/2 \qquad (9)$$

În aceste ecuaţii P, F, B se referă la alimentare, vîrf şi baza coloanei.

Valoarea S poate fi calculată din următoarele ecuaţii :

$$F\,\theta_F = P\theta_p + B\theta_b \qquad (10)$$

$$\theta_F = (1-q)\,[g_F - (g_F - 1)\,y_F] \qquad (11)$$

$$\theta_p = (R+1)\,[g_p - (g_p - 1)\,x_p] \qquad (12)$$

$$\theta_B = -S[g_B - (g_B - 1)\,x_b] \qquad (13)$$

În cazul în care numărul de echilibre teoretice necesare separării este foarte mare (componente cu puncte de fierbere apropiate sau folosirea unor raţii de reflux foarte apropiate de raţia minimă) sau cînd separarea se face în scopul obţinerii unor componenţi foarte puri, aceste metode sînt greoaie şi inexacte.

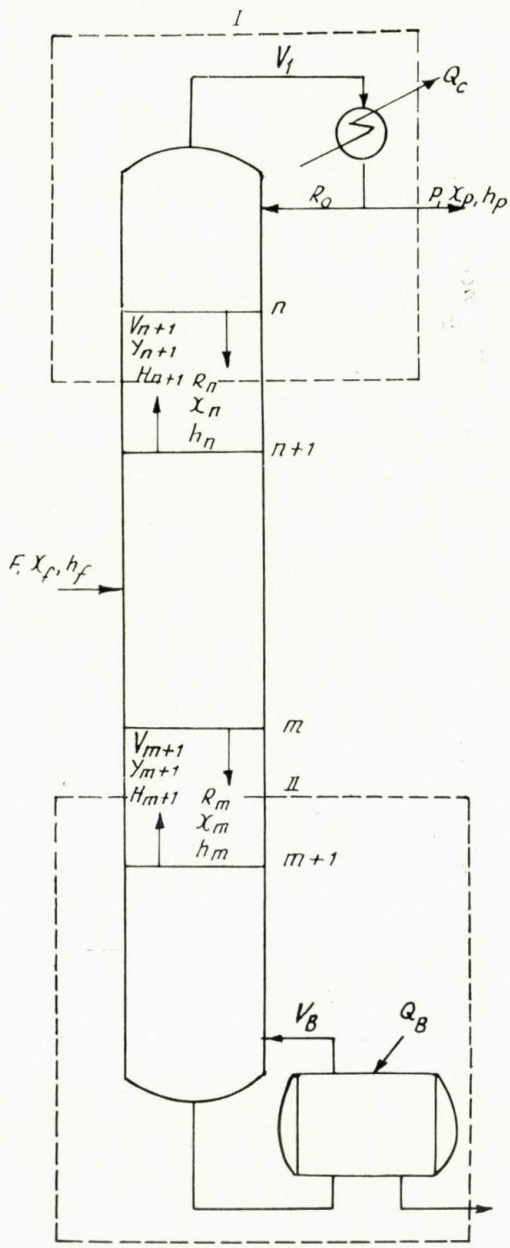


Fig. 1. Bilanţurile de materiale şi termice pe coloana de fracţionare.

Pentru înlăturarea erorilor mari ce se obţin la trasarea numărului de echilibre teoretice prin metoda M c C a b e - T h i e l e în zonele extreme ale diagramei y-x (la $xp = 0{,}99 \div 0{,}9999$, şi $xb = 0{,}0001 \div 0{,}01$ fr. mol.), L o w e n s t e i n [5], H o w a r t h şi S c h u b e r t [4] au folosit grafice $y - x$ în coordonate logaritmice (fig. 2, 3, 4). Aceste grafice pot fi utilizate cu succes atît la metodele F i s h e r şi C h e n, cît şi la metoda prezentată de autor mai jos.

După cum s-a arătat, metodele F i s h e r și C h e n nu folosesc în calcul căldurile sensibile, ci numai căldurile latente de vaporizare. Totuși în unele cazuri (de exemplu, în cazul folosirii de reflux rece la vîrful coloanei de fracționare, cînd între temperatura de la vîrful coloanei și

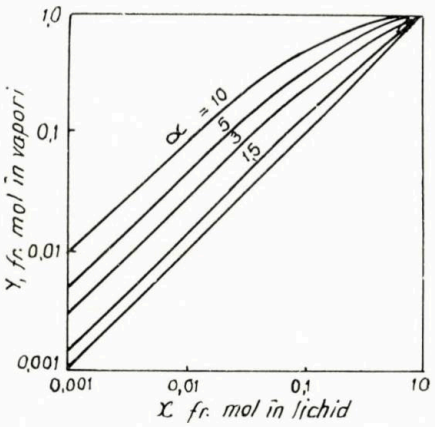


Fig. 2. Curba de echilibru y-x în coordonate logaritmice.

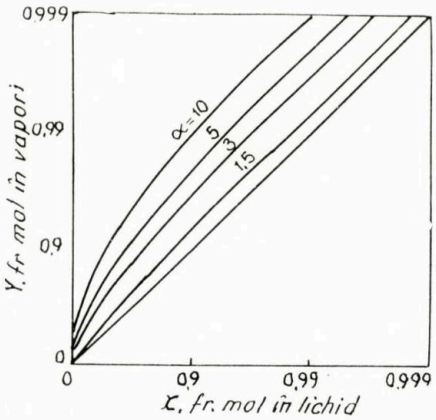


Fig. 3. Curba de echilibru y-x în coordonate logaritmice.

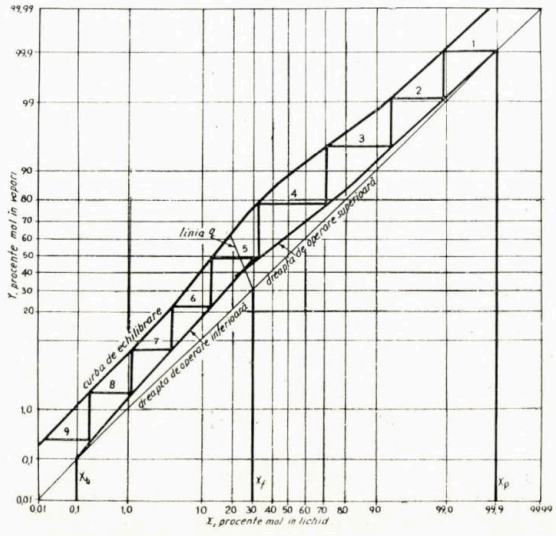


Fig. 4. Curba de echilibru y-x în coordonate logaritmice.

temperatura din separator există o diferență mare), valorile căldurilor sensibile ale lichidului pot afecta exactitatea calculului. Metoda propusă de autor ține seama și de aceste valori în calculul curbelor de operare, prin folosirea entalpiilor fluxurilor respective.

Zona de rectificare

Dacă se fac bilanțurile de material total și pe component, precum și bilanțul termic pe conturul I din figura 1 rezultă următoarele ecuații :

$$V_{n+1} = R_n + P \tag{14}$$

$$V_{n+1} y_{n+1} = R_n x_n + P x_p \tag{15}$$

$$V_{n+1} H_{n+1} = R_n h_n + P h_p + Q_c \tag{16}$$

Împărțind cu P ecuația (16) rezultă :

$$\frac{V_{n+1}}{P} H_{n+1} = \frac{R_n}{P} h_n + h_p + \frac{Q_c}{P} \tag{17}$$

Termenul $\left(hp + \frac{Q_c}{P}\right)$ din această ecuație reprezintă ordonata polului superior din metoda P o n c h o n - S a v a r i t și se notează cu MP. Deci se poate scrie :

$$V_{n+1} H_{n+1} = R_n h_n + P\ M_P \tag{18}$$

Înlocuind pe P din ecuația (18) cu valoarea dată de ecuația (14), rezultă :

$$\frac{R_n}{V_{n+1}} = \frac{M_p - H_{n+1}}{M_p - h_n} = \frac{x_p - y_{n+1}}{x_p - x_n} \tag{19}$$

Dacă se înlocuiește R_n din ecuațiile (15) și (18) cu valoarea dată de ecuația (14), rezultă :

$$\frac{P}{V_{n+1}} = \frac{H_{n+1} - h_n}{M_p - h_n} = \frac{y_{n+1} - x_n}{x_p - x_n} \tag{20}$$

Explicînd ecuația (15) în y_{n+1} și ținînd seama de ecuațiile (19) și (20) rezultă ecuația curbei de operare pentru zona superioară :

$$y_{n+1} = \frac{M_p - H_{n+1}}{M_p - h_n} x_n + \frac{H_{n+1} - h_n}{M_p - h_n} xp \tag{21}$$

Pentru $x_n = x_p$, din ecuația (21) rezultă $y_{n+1} = x_p$; deci, ca și la metoda McCabe-Thiele, punctul de plecare al curbei va avea coordonatele (x_p, x_p). Pentru obținerea întregii curbe de operare superioară mai sînt necesare încă două puncte, care se vor calcula pentru concentrația alimentării ($x_n = x_f$) și pentru o concentrație apreciată ca o medie aritmetică a concentrațiilor x_p și x_f.

Strict teoretic, rezolvarea ecuației (21) se face în felul următor : se calculează M_p dintr-un bilanț termic în jurul condensatorului și apoi pentru o valoare x_n fixată se presupune o valoare y_{n+1} (în jurul valorii dată de dreapta de operare din metoda M c C a b e — Thiele) și la

temperaturile corespunzătoare acestor concentrații (date de curba de echilibru t-x-y sau calculate) se scot din grafice sau din tabele entalpiile componentelor pure și se calculează valorile h_n și H_{n+1} :

$$h_n = h_1 x_n + h_2 (1 - x_n), \tag{22}$$

respectiv :

$$H_{n+1} = H_1 y_{n+1} + H_2 (1 - y_{n+1}). \tag{23}$$

Dacă valoarea y_{n+1} obținută din ecuația (21) este egală cu cea presupusă, calculul este corect, dacă nu, se repetă pentru o altă valoare y_{n+1} presupusă.

Acest mod de rezolvare este greoi și cere mult timp ; de aceea s-a căutat o simplificare pentru obținerea soluției din această ecuație. În acest scop ecuația (21) s-a scris sub forma :

$$y_{n+1} = \frac{M_p x_n - h_n x_p}{M_p - h_n} + \frac{x_p - x_n}{M_p - h_n} H_{n+1} \tag{24}$$

Pentru o valoare x_n fixată de noi, termenii $(M_p x_n - h_n x_p)/(M_p - h_n)$ și $(x_p - x_n)/(M_p - h_n)$ sînt cunoscuți și în acest caz ecuația (24) poate fi scrisă astfel :

$$y_{n+1} = A + B H_{n+1} \tag{25}$$

unde :

$$A = \frac{M_p x_n - h_n x_p}{M_p - h_n},$$

iar :

$$B = \frac{x_p - x_n}{M_p - h_n}$$

Combinînd ecuațiile (23) și (25) se obține :

$$y_{n+1} = \frac{A + B H_2}{A - B (H_1 - H_2)} \tag{26}$$

Rezolvarea acestei ecuații se face în felul următor :

Se fixează o valoare x_n și se calculează termenii A și B ; apoi, pentru o temperatură* corespunzătoare unei concentrații y_{n+1}, dată de dreapta de operare din metoda McCabe-Thiele la $x = x_n$, se scot valorile entalpiilor H_1 și H_2 și se calculează y_{n+1}.

Zona de epuizare

Bilanțurile de material și termic pe conturul II (fig. 1) sînt :

$$V_{m+1} = R_m - B \tag{27}$$

$$V_{m+1} y_{m+1} = R_m x_m - B x_b \tag{28}$$

$$V_{m+1} H_{m+1} = R_m H_m + Q_B - B h_B \tag{29}$$

Împărțind cu B ecuația (29) rezultă :

$$\frac{V_{m+1} H_{m+1}}{B} = \frac{R_m}{B} h_m + \frac{Q_B}{B} - h_B. \tag{30}$$

Termenul $\left(\frac{Q_B}{B} - h_B\right)$ din această ecuație reprezintă ordonata polului inferior din metoda Ponchon-Savarit și se notează cu M_B. Deci se poate scrie :

$$V_{m+1} H_{m+1} = R_m h_m + B M_B \tag{31}$$

Înlocuind pe B din ecuațiile (28) și (31) cu valoarea dată de ecuația (27) rezultă :

$$\frac{R_m}{V_{m+1}} = \frac{M_B + H_{m+1}}{M_B + h_m} = \frac{y_{m+1} - x_b}{x_m - x_b} \tag{32}$$

Dacă se înlocuiește R_m din ecuațiile (28) și (31) cu valoarea dată de ecuația (27) rezultă :

$$\frac{B}{V_{m+1}} = \frac{H_{m+1} - h_m}{M_B + h_m} = \frac{y_{m+1} - x_m}{x_m - x_b}. \tag{33}$$

Înlocuind rapoartele R_m/V_{m+1} și B/V_{m+1} în ecuația (28), se obține ecuația curbei de operare pentru zona de epuizare :

$$y_{m+1} = \frac{M_B + H_{m+1}}{M_B + h_m} x_m - \frac{H_{m+1} - h_m}{M_B + h_m} x_b \tag{34}$$

sau :

$$y_{m+1} = \frac{M_B x_m + h_m x_b}{M_B + h_m} + \frac{x_m - x_b}{M_B + h_m} H_{m+1}. \tag{35}$$

Pentru o valoare x_m fixată termenii $(M_b x_m + h_m x_b)/(M_B + h_m)$ și $(x_m - x_b)/(M_B + h_m)$ sînt cunoscuți și în acest caz ecuația (35) poate fi scrisă :

$$y_{m+1} = A' + B' H_{m+1}, \tag{36}$$

unde :

$$A' = \frac{M_B x_m + h_m x_b}{M_B + h_m},$$

iar :

$$B' = \frac{x_m - x_b}{M_B + h_m}.$$

Combinînd ecuațiile (36) și (23) se obține :

$$y_{m+1} = \frac{A' + B' H_2}{1 - B' (H_1 - H_2)}, \tag{37}$$

a cărei rezolvare este similară cu rezolvarea ecuației (26).

De fapt, pentru obținerea curbei de operare inferioară este necesar să se calculeze numai un punct, corespunzător unei concentrații egale cu media aritmetică a concentrațiilor x_b și x_f, deoarece celelalte două puncte sînt deja

* Această temperatură, estimată din curba de echilibru $t-x-y$, nu necesită exactitate mare. Calculele făcute au arătat că 2—5°C în plus sau minus nu afectează rezultatele.

cunoscute : punctul de coordonate x_b, x_b și punctul dat de intersecția curbei de operare superioară cu linia alimentării (linia q).

Exemplul 1

Să se stabilească numărul de echilibre teoretice necesare separării acetonei de apă. Purităţile produselor de vîrf şi de bază sînt x_p = = 0,95 fr. mol., respectiv x_b = 0,01 fr. mol.

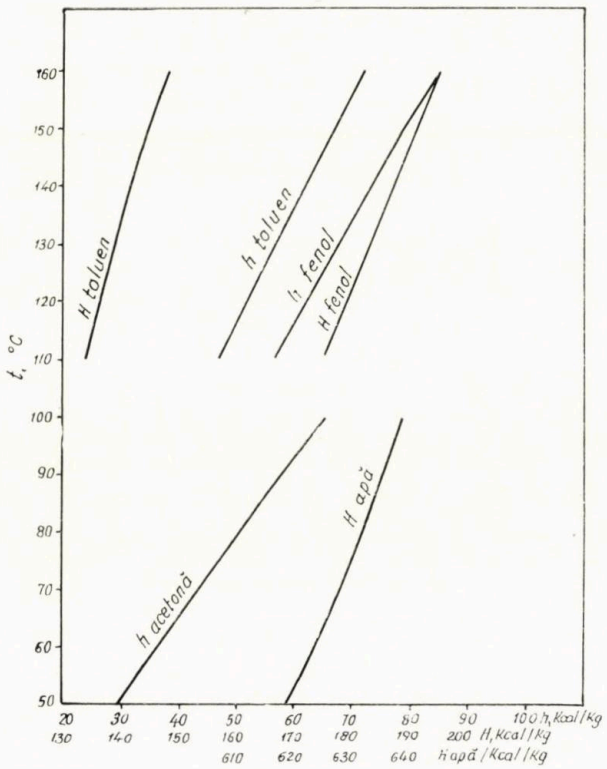


Fig. 5. Variaţia entalpiilor cu temperatura.

Alimentarea coloanei este formată din 78 kmoli/h lichid la punct de fierbere de compoziţie x_f = 0,2 fr. mol. Raţia reală de reflux este 1,715, iar temperatura în separator = 50°C. Se mai cunosc următoarele date :

— curbele de echilibru $y-x$ şi t-x-y [2] ;

— entalpiile componentelor pure (fig. 5).

Pentru a vedea în ce măsură raportul căldurilor latente molare de vaporizare influenţează asupra separării, calculul numărului de echilibre teoretice s-a făcut atît prin metoda grafică McCabe—Thiele, cît şi prin metoda grafică propusă anterior. Pentru zona superioară punctele curbei de operare se vor stabili pentru concentraţiile x_n = 0,2 şi x_n = 0,5, iar pentru zona inferioară pentru concentraţia x_m = 0,1 fr. mol.

Din bilanţul de materiale în jurul coloanei rezultă :

$$P = F\,\frac{x_f - x_b}{x_p - x_b} = 78\,\frac{0{,}2 - 0{,}01}{0{,}95 - 0{,}01} = 15{,}72 \text{ kmol/h};$$

$$B = F - P = 78 - 15{,}72 = 62{,}28 \text{ kmoli/h}.$$

Din curba t-x-y, temperatura la vîrful coloanei t_v = 58°C.

Atunci :

$$H_v^{58°C} = 157{,}7 \cdot 58 \cdot 0{,}95 + 622{,}3 \cdot 18 \cdot 0{,}05 = 9\,229 \text{ kcal/kmol}$$

$$h_p^{50°C} = 29 \cdot 58 \cdot 0{,}95 + 50 \cdot 18 \cdot 0{,}05 = 1\,643 \text{ kcal/kmol}.$$

Efectuînd un bilanţ termic în jurul condensatorului rezultă Q_c :

$$Q_c = 15{,}72\,(1 + 1{,}715)(9\,229 - 1\,643) = 324\,000 \text{ kcal/h}.$$

$$M_p = \frac{324\,000}{15{,}72} + 1\,643 = 22\,243$$

Pentru x_n = 0,2, t = 62 °C.

$$h_n^{62°C} = 37{,}5 \cdot 58 \cdot 0{,}2 + 62 \cdot 18 \cdot 0{,}8 = 1\,327 \text{ kcal/kmol},$$

$$A = \frac{22\,243 \cdot 0{,}2 - 1\,327 \cdot 0{,}95}{22\,243 - 1\,327} = 0{,}1525$$

$$B = \frac{0{,}95 - 0{,}2}{22\,243 - 1\,327} = 3{,}58 \cdot 10^{-5}$$

Pentru x_n = 0,5, y din dreapta de operare superioară este egal cu 0,45 ; din curba t-x-y rezultă t = 85°C. Atunci :

$$y_{n+1} = \frac{0{,}1525 + 3{,}58 \cdot 10^{-5} \cdot 633 \cdot 18}{1 - 3{,}58 \cdot 10^{-5}\,(170{,}5 \cdot 58 - 633 \cdot 18)} = 0{,}531$$

Pentru x_n = 0,5, t = 60°C, iar :

$$h_n^{60°C} = 36 \cdot 58 \cdot 0{,}5 + 60 \cdot 18 \cdot 0{,}5 = 1\,582 \text{ kcal/kmol},$$

$$A = \frac{22\,243 \cdot 0{,}5 - 1\,582 \cdot 0{,}95}{22\,243 - 1\,582} = 0{,}466$$

$$B = \frac{0{,}95 - 0{,}5}{22\,243 - 1\,582} = 2{,}18 \cdot 10^{-5}$$

Pentru x_n = 0,5, din dreapta de operare superioară rezultă y = 0,67, iar din curba t-x-y, t = 73°C. Atunci :

$$y_{n+1} = \frac{0{,}466 + 2{,}18 \cdot 10^{-5} \cdot 628{,}3 \cdot 18}{1 - 2{,}18 \cdot 10^{-5}\,(164{,}8 \cdot 58 - 628{,}3 \cdot 18)} = 0{,}686.$$

Efectuînd un bilanţ termic în jurul coloanei rezultă sarcina refierbătorului Q_B :

$$Q_B = Q_c + Ph_p + B\,h_B - Fh_F$$

Pentru t_B = 97,5°C (din curba t-x-y) rezultă :

$$h_B^{97,5°C} = 0{,}01 \cdot 63{,}8 \cdot 58 + 0{,}99 \cdot 97{,}5 \cdot 18 = 1\,776 \text{ kcal/kmol};$$

$$Q_B = 324\,000 + 15{,}72 \cdot 1643 + 62{,}28 \cdot 1776 - 78 \cdot 1\,327 = 357\,150 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

$$M_B' = \frac{357 \cdot 150}{62{,}28} - 1\,776 = 3\,964$$

Pentru $x_m = 0{,}1$, t = 67°C,

$$h_m^{67°C} = 0{,}1 \cdot 41 \cdot 58 + 0{,}9 \cdot 67 \cdot 18 = 1\,323 \text{ kcal/kmol},$$

$$A' = \frac{3\,964 \cdot 0{,}1 + 1\,323 \cdot 0{,}01}{3\,964 + 1\,323} = 0{,}0775$$

$$B' = \frac{0{,}1 - 0{,}01}{5\,287} = 1{,}705 \cdot 10^{-5}$$

Pentru $x_m = 0{,}1$, din dreapta de operare inferioară rezultă $y = 0{,}23$, iar din curba $t-x-y$ $t = 93$°C. Atunci :

$$y_{m+1} = \frac{0{,}0775 + 1{,}705 \cdot 10^{-5} \cdot 636 \cdot 18}{1 - 1{,}705 \cdot 10^{-5}(174{,}5 \cdot 58 - 636 \cdot 18)} = 0{,}267$$

Reprezentînd aceste valori în diagrama $y-x$ din figura 6 rezultă curbele de operare ale celor două zone de fracţionare, care diferă de dreptele de operare pe domeniul de concentraţie de la $x = 0{,}05$ la $x = 0{,}8$ fr. mol. Totuşi, datorită curbei de echilibru, care este foarte bombată în zona de diferenţă maximă dintre curbele şi dreptele de operare, diferenţa dintre necesarul de talere este mică (circa 0,5 talere teoretice).

Pentru a vedea în ce măsură prezenţa sau neglijarea căldurilor sensibile influenţează calculul, s-a făcut o comparaţie între valorile y_{n+1} obţinute prin această metodă şi metoda Chen. Con-

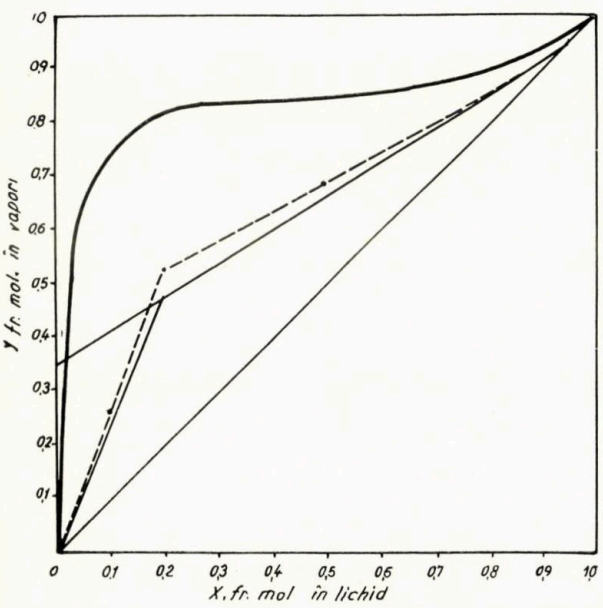


Fig. 6. Diagrama y-x pentru sistemul acetonă-apă.

form acestei metode calculul decurge în felul următor :

L_a $t_v = 58$°C, $L_A = 7\,160$ kcal/kmol,

$L_B = 10\,160$ kcal/kmol, iar

$g_v = 10\,160/7\,160 = 1{,}42.$

L_a $t_f = 62$°C, $L_A = 7\,070$ kcal/kmol,

$L_B = 10\,100$ kcal/kmol, iar $g_f = 1{,}43.$

Atunci :

$$g^{en} = (1{,}42 + 1{,}43)/2 = 1{,}425$$

$$\theta^{en} = (1{,}715 + 1)\,[(1 - 0{,}95)\,1{,}425 + 0{,}95] \times [2 \cdot 7\,160/(7\,160 + 7\,070)] = 2{,}79$$

şi :

$$y_{n+1} = \frac{(2{,}79 - 1{,}425)\,xn + 0{,}95 \cdot 1{,}425}{(0{,}95 - x_n)\,(1{,}425 - 1) + 2{,}79} = \frac{1{,}365\,x_n + 1{,}355}{3{,}194 - 0{,}425\,x_n}$$

Pentru $x_n = 0{,}2$

$$y_{n+1} = \frac{1{,}365 \cdot 0{,}2 + 1{,}355}{3{,}194 - 0{,}425 \cdot 0{,}2} = 0{,}524$$

Pentru $x_n = 0{,}5$.

$$y_{n+1} = \frac{1{,}365 \cdot 0{,}5 + 1{,}355}{3{,}194 - 0{,}425 \cdot 0{,}5} = 0{,}682$$

Aceste rezultate sînt în bună concordanţă cu rezultatele metodei propuse.

Pentru calculul variaţiei refluxului de-a lungul zonei superioare a coloanei se apelează fie la ecuaţia (19), fie la ecuaţia (20), în care se înlocuieşte $V_{n+1} = R_n + P$ şi se explicitează în R_n (pentru simplificare se consideră $P = 1$ şi în acest caz R_n reprezintă chiar raţia de reflux) :

$$R_n = \frac{M_P' - H_{n+1}}{H_{n+1} - h_n} = \frac{x_p - y_{n+1}}{y_{n+1} - x_n} \qquad (38)$$

Pentru $x_n = 0{,}2$, $y_{n+1} = 0{,}531$,

iar :

$$R_n = \frac{0{,}95 - 0{,}531}{0{,}531 - 0{,}2} = 1{,}27$$

Pentru $x_n = 0{,}5$, $y_{n+1} = 0{,}686$,

iar :

$$R_n = \frac{0{,}95 - 0{,}686}{0{,}686 - 0{,}5} = 1{,}42$$

Reprezentînd grafic aceste valori se obţine curba de variaţie a raţiei de reflux cu concentraţia (fig. 7).

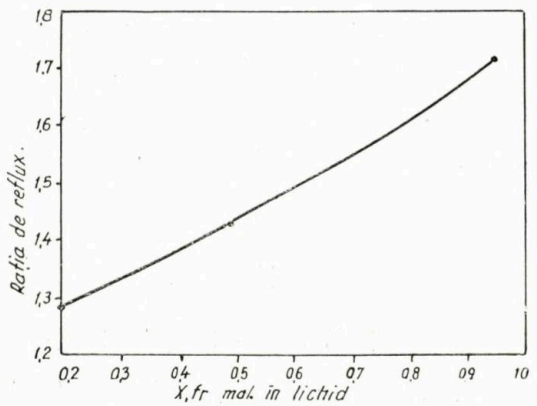


Fig. 7. Variaţia raţiei de reflux de-a lungul zonei superioare a coloanei de fracţionare.

Exemplul 2

Să se calculeze şi să se reprezinte grafic curba de operare superioară în cazul fracţionării amestecului binar toluen-fenol. Se cunosc următoarele date :

— puritatea produsului de vîrf $x_p = 0{,}95$ fr.mol ;
— compoziţia alimentării $x_f = 0{,}2$ fr. mol ;
— temperatura din separator $t_s = 45°C$;
— raţia de reflux $R = 0{,}9$;
— curbele de echilibru y-x şi t-x-y [2] ;
— entalpiile componentelor pure (fig. 5).

Din curba de echilibru t-x-y rezultă temperatura la vîrful coloanei de fracţionare $t_v = 118°C$*. Atunci :

$$H_v^{118°C} = 0{,}95 \cdot 135{,}8 \cdot 92 + 0.05 \cdot 177 \cdot 94 = 12\,704 \text{ kcal/kmol}$$

iar :

$$h_p^{45°C} = 0{,}95 \cdot 18{,}1 \cdot 92 + 0{,}05 \cdot 21 \cdot 94 = 1\,680 \text{ kcal/kmol},$$

$$Q_c = (1 + 0{,}9)(12\,704 - 1\,680{,}8) = 20\,950 \text{ kcal/h},$$

$$M_P = 20\,950 + 1\,680 = 22\,630$$

Pentru $x_n = 0{,}2$, $t = 144°C$ şi

$$h_n = 0{,}2 \cdot 63{,}5 \cdot 92 + 0{,}8 \cdot 75{,}5 \cdot 94 = 6\,840 \text{kcal/kmol},$$

$$A = \frac{22\,630 \cdot 0{,}2 - 6\,840 \cdot 0{,}95}{22\,630 - 6840} = -0{,}125,$$

$$B = \frac{0{,}95 - 0{,}2}{22\,630 - 6\,840} = 4{,}75 \cdot 10^{-5}.$$

* În acest exemplu există o diferenţă mare între temperatura la vîrf şi temperatura în separator; deci, refluxul folosit este un reflux rece.

Pentru $x_n = 0{,}2$, din dreapta de operare superioară rezultă $y = 0{,}598$, iar din curba t-x-y, $t = 155°C$. Atunci :

$$y_{n+1} = \frac{-0{,}125 + 4{,}75 \cdot 10^{-5} \cdot 192{,}8 \cdot 94}{1 - 4{,}75 \cdot 10^{-5}(146{,}9 \cdot 92 - 192{,}8 \cdot 94)} = 0{,}604$$

Un calcul asemănător a dus la stabilirea valorilor $y_{n+1} = 0{,}735$, pentru $x_n = 0{,}5$ şi $y_{n+1} = 0{,}87$, pentru $x_n = 0{,}8$.

Prin metoda Chen se obţin următoarele rezultate :

la $t_v = 118°C$, $L_A = 7\,820$ kcal/kmol,
$L_B = 10\,980$ kcal/kmol şi $g_v = 1{,}407$;
la $t_f = 144°C$, $L_A = 7\,330$ kcal/kmol,
$L_B = 10\,590$ kcal/kmol şi $g_f = 1{,}442$.

Atunci :

$$g^{en} = (1{,}407 + 1{,}442)/2 = 1{,}4245$$

$$\theta^{en} = (0{,}9 + 1)\,[(1 - 0{,}95)\,1{,}4245 + 0{,}95]\,[2 \cdot 7\,820/(7\,820 + 7\,330)] = 2$$

şi :

$$y_{n+1} = \frac{(2 - 1{,}4245)x_n + 0{,}95 \cdot 1{,}4245}{(0{,}95 - x_n)\,(1{,}4245 - 1) + 2} = \frac{0{,}5755\,x_n + 1{,}353}{2{,}403 - 0{,}4245\,x_n}$$

Pentru $x_n = 0{,}2$

$$y_{n+1} = \frac{0{,}5755 \cdot 0{,}2 + 1{,}353}{2{,}403 - 0{,}4245 \cdot 0{,}2} = 0{,}633$$

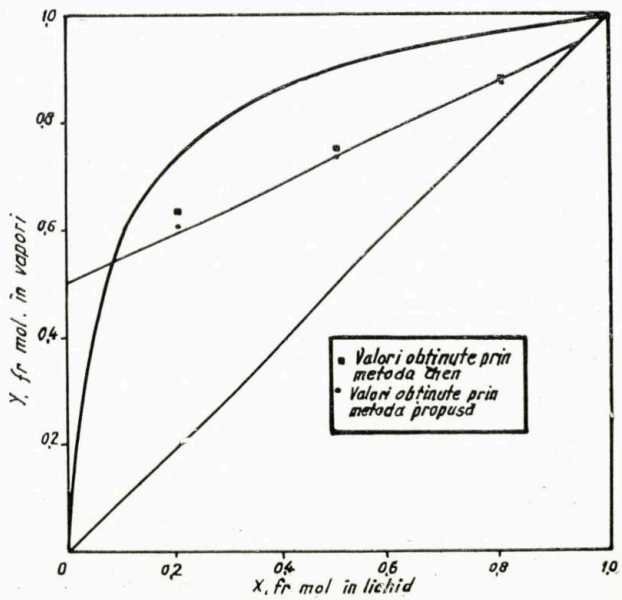


Fig. 8. Diagrama y-x pentru sistemul toluen-fenol.

Pentru $x_n = 0{,}5$, $y_{n+1} = 0{,}751$

Pentru $x_n = 0{,}8$, $y_{n+1} = 0{,}88$

Reprezentarea grafică a acestor valori este dată în figura 8. După cum se vede, punctele obținute prin metoda propusă de autor sînt apropiate de dreapta de operare, deoarece scăderea refluxului de-a lungul coloanei, datorită diferenței căldurilor de vaporizare ale celor doi componenți, este compensată de creșterea refluxului intern din coloană, prin folosirea la vîrful coloanei a unui reflux rece. Aceasta a dus de fapt și la obținerea unor rezultate diferite față de metoda Chen, care neglijează căldurile sensibile.

Dacă se împarte cu θ partea dreaptă a ecuației (4):

$$y_{n+1} = \frac{\left(1 - \frac{g^{en}}{\theta^{en}}\right) x_n + \frac{x_p g^{en}}{\theta^{en}}}{\frac{(x_p - x_n)(g^{en} - 1)}{\theta^{en}} + 1} \qquad (39)$$

și dacă θ tinde către infinit (acest lucru este posibil, conform ecuației (5), cînd R tinde către infinit), $y_{n+1} = x_n$, adică curba de operare se confundă cu diagonala, deci și cu dreapta de operare. Aceasta înseamnă că cu cît rația de reflux este mai mare, cu atît diferența dintre curba și dreapta de operare este mai mică. Deci, în cazul fracționării sistemelor binare cu volatilitate relativă scăzută, care necesită rații mari de reflux, diferența căldurilor latente molare de vaporizare nu modifică sensibil rezultatele obținute prin metoda M c C a b e — T h i e l e.

Acest lucru reiese bine și din figura 9, unde este dat cazul separării binarului apă—acid acetic, care prezintă un raport al căldurilor molare de vaporizare destul de mare (pag. 1).

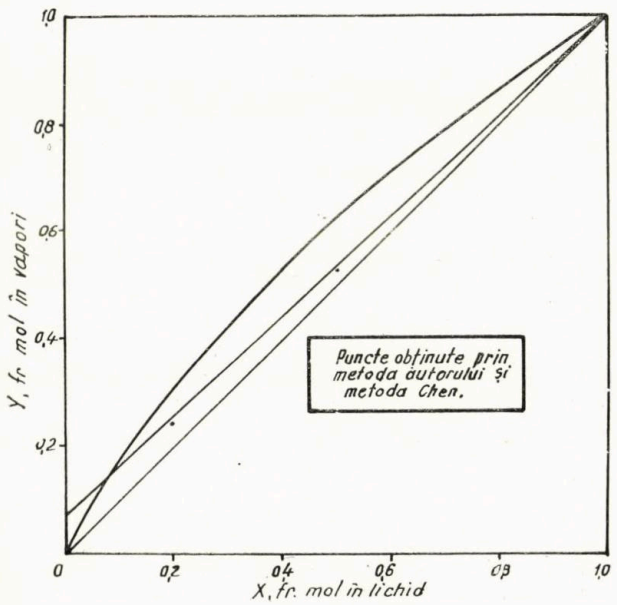


Fig. 9. Diagrama y-x pentru sistemul apă-acid acetic.

Concluzii

1. S-a prezentat o metodă grafică exactă de stabilire a numărului de echilibre teoretice necesare fracționării sistemelor binare, ținînd seama atît de căldurile latente de vaporizare ale celor doi componenți, cît și de căldurile sensibile. Metoda reprezintă o modificare a metodei M c C a b e — T h i e l e și dă rezultate foarte bune.

2. S-a făcut o comparație între această metodă și metoda Chen. Calculele efectuate (exemplele 1 și 2) au arătat o perfectă concordanță între rezultatele obținute prin aceste metode, cu excepția cazului cînd între temperaturile din vîrful coloanei și separator există o diferență mare (cazul folosirii refluxului rece). În acest caz metoda Chen dă unele abateri care se datoresc neglijării căldurilor sensibile.

3. Pe baza ecuației (4) a lui Chen și a exemplului dat (fig. 9) s-a constatat că diferența dintre curbele de operare ale acestor metode și dreptele de operare din metoda M c C a b e — T h i e l e este cu atît mai mică, cu cît rația de reflux folosită este mai mare (la rație infinită de reflux curbele se confundă cu dreptele de operare).

Aceasta înseamnă că în cazul separării sistemelor binare cu volatilitate relativă mică, care necesită rații mari de reflux, raportul căldurilor latente molare de vaporizare a celor doi componenți* nu modifică sensibil rezultatele obținute prin metoda M c C a b e — T h i e l e.

La separarea sistemelor binare cu volatilitate relativă mare, care necesită rații mici de reflux, raportul căldurilor latente molare de vaporizare poate duce la o discrepanță sensibilă între curbele și dreptele de operare. Totuși, datorită valorii mari a volatilității relative, această discrepanță nu modifică sensibil numărul de talere teoretice (exemplul 1). Ținînd seama de aceste considerații, precum și de faptul că la ora actuală nu se dispune de o metodă precisă de determinare a eficacității talerului, se poate spune că folosirea metodelor exacte nu justifică întotdeauna efortul și timpul afectat.

BIBLIOGRAFIE

1. C h e n, N. H. În: Chemical and Process Engineering, mai, **39**, 1971.
2. C h u, C. J. Distillation Equilibrium Data Book Division, Reinhold Publishing Corporation 330 West, Forty-second St., New York **18**, 1950.
3. F i s h e r, G. T. În: Ind. Eng. Chem. Proc. Des. and Develop, nr. 2, 1963, p. 28.
4. H o v a r t h, P. J. și S c h u b e r t, R. F. În: Chem. Eng., **64**, febr. 10, 1958 p. 129.
5. L o w e n s t e i n, J. G. În: Ind. Eng. Chem., **54**, nr. 1, 1962, p. 43.
6. M c C a b e, W. L. și T h i e l e, E. W. În: Ind. Eng. Chem., **17**, 1925, p. 605.
7. P o n c h o n, M. În: Tech. Moderne, **13**, 1921, p. 20.
8. S a v a r i t, R. Arts et Metiers 1922, p. 65, 142, 178, 241, 266, 307.

* Ordinul de mărime a acestui raport este dat la p. 542.

Reducerea zgomotului produs de eşaparea motoarelor Diesel în industria extractivă de ţiţei

Tatiana Marinov

Industria extractivă de ţiţei şi gaze a căpătat în toate ţările producătoare de ţiţei, implicit în ţara noastră, o mare dezvoltare, datorită cererii mereu crescînde de produse petroliere şi a marii dezvoltări luate de industria petrochimică.

Odată cu această dezvoltare a fost necesară introducerea unei tehnici perfecţionate, a unor procedee noi şi instalaţii din ce în ce mai moderne, care au contribuit la creşterea continuă a indicatorilor calitativi, atît la foraj, cît şi la extracţie.

În momentul forării, masa rotativă şi garnitura de prăjini de foraj sînt puse în funcţiune — prin intermediul unor cuple de diferite tipuri — de grupul de forţă, alcătuit din două, trei sau chiar patru motoare Diesel. Aceste motoare constituie surse de zgomot din incinta barăcii grupului de forţă.

În exteriorul barăcii, o sursă importantă de zgomot o constituie eşaparea gazelor arse produse de motorul Diesel, al cărui nivel de zgomot atinge valori maxime de 116 dB.

Datorită acţiunii nocive a zgomotului asupra organismului uman, s-au stabilit niveluri limită, niveluri care nu trebuie depăşite. În ţara noastră, nivelurile limită admise pentru zgomotele din diferite locuri de muncă sînt stabilite în Normele republicane de protecţia muncii (N.R.P.M.). Curbele indicate, reprezentînd limitele admise funcţie de frecvenţă, sînt date pentru locurile de muncă situate pe teritoriul organizaţiilor socialiste din ţara noastră.

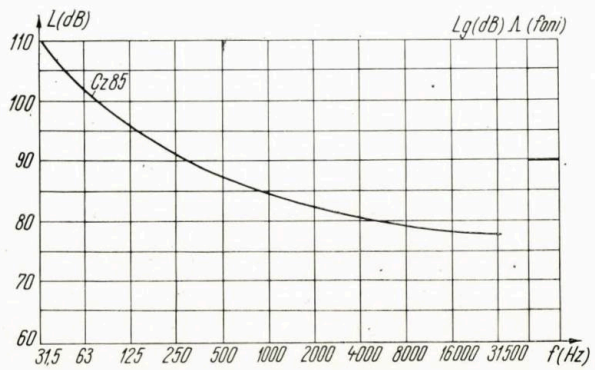


Fig. 1 Curba limită admisă Cz 85

În locurile de muncă unde se efectuează lucrări la care nu se cere o concentrare deosebită a atenţiei, ca de exemplu în instalaţiile de foraj, conform indicaţiilor N.R.P.M., cap. XVII, art. 648—650, tabelele 43—44, curba limită admisă este Cz 85.

Stadiul actual în ţară şi în străinătate al combaterii zgomotului la eşaparea gazelor la motoare Diesel

În vederea atenuării zgomotului ce se datorează eşapării gazelor arse ale motorului Diesel, zgomot de natură aerodinamică, ce se situează în banda frecvenţelor joase şi înalte pînă la 1 000 Hz, s-au propus diferite tipuri de atenuatoare sau tobe de eşapament.

Astfel, pentru motoarele Diesel de puteri mici, în special la cele de tractoare şi de automobile se pot aplica atenuatoare de tipul celui din figura 2.

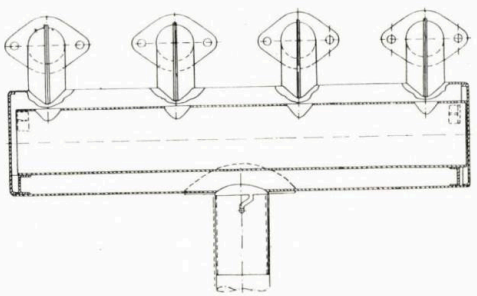


Fig. 2. Atenuator de zgomot pentru motoare de tractor sau automobil

Efectul de amortizare se atinge printr-un spaţiu bine dimensionat.

În figura 3 sînt arătate două exemple de atenuatoare pentru eşaparea gazelor la motoarele staţionare. Primul atenuator (fig. 3 a) constă din camere de expansiune de diferite mărimi, puse în serie. Legătura dintre camere este făcută cu grijă, pentru a-i da proprietăţile acustice necesare şi pentru a nu se crea o rezistenţă suplimentară la curgerea gazelor.

Atenuatorul din figura 3 b funcţionează pe acelaşi principiu ca cel din figura 3 a, însă realizează o atenuare a zgomotului mai bună.

Alte tipuri de atenuatoare funcţionează pe principiul reducerii vitezei de curgere a gazului.

Astfel sînt atenuatoarele arătate în figurile 4 și 5.

În cazul în care motoarele Diesel deservesc o instalație de foraj și deci se pune și problema protejării instalației împotriva incendiilor, atenuatoarele de zgomot pot fi prevăzute cu reținătoare de scîntei (fig. 6 și 7).

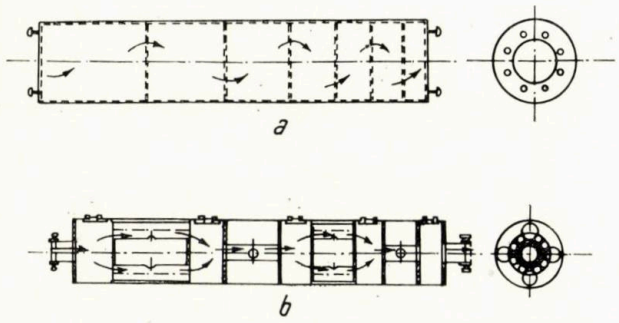


Fig. 3 Atenuatoare pentru motoare staționare

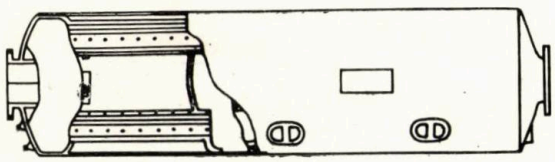


Fig. 4 Atenuator tip Burgess

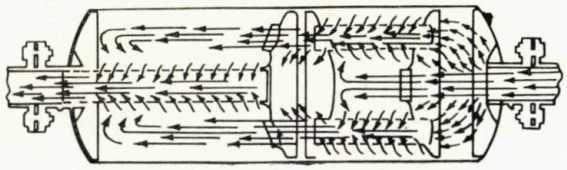


Fig. 5 Atenuator tip Burgess

La amortizorul tip Vortex gazele care intră sînt ghidate prin niște palete de ghidaj construite astfel, încît formează niște orificii convergente care impun gazelor o mișcare elicoidală. Particulele transportate de gaze sînt proiectate spre peretele camerei Vortex și sînt ejectate prin orificii de descărcare într-un spațiu cu aer, în canalul pentru praf, unde cad prin gravitație.

Proiectarea și calculul atenuatorului aplicat la un motor Diesel la o instalație de foraj din țara noastră

În urma determinărilor de zgomot efectuate la gurile de eșapare ale motoarelor Diesel la instalațiile de foraj, s-a constatat că nivelul de zgomot depășește curba limită admisă Cz 85 cu valori maxime de 20 dB.

În vederea reducerii nivelului de zgomot la eșaparea gazelor arse, s-a proiectat un atenuator reactiv de tipul rezonatoarelor derivate. În atenuatoarele de tip reactiv absorbția sunetului este asigurată de formarea unui „dop de unde", care mpiedică trecerea sunetului la unele frecvențe, din cauza influenței masei și a elasticității aerului în celulele atenuatorului. Atenuatorul se bazează pe principiul filtrelor acustice. Particularitatea acestor sisteme o constituie capacitatea lor de a lăsa să treacă, fără o atenuare sensibilă, oscilații avînd frecvențele într-unul sau în mai multe

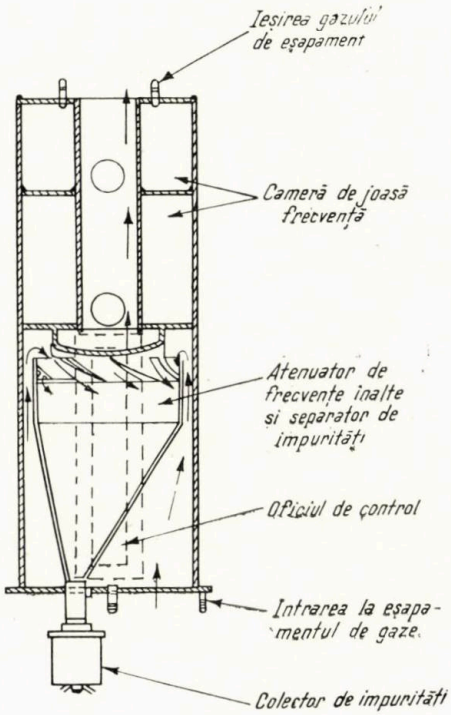


Fig. 6 Amortizor dublu tip Maxim

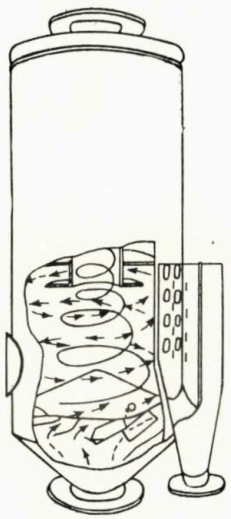


Fig. 7 Amortizor cu reținător de scîntei tip Vortex

domenii și să anuleze sau să reflecte spre sursă toate oscilațiile avînd frecvențele în afara acestor domenii.

Din punct de vedere acustic, această soluție constă dintr-o conductă centrală prin care trec gazele de eșapare și dintr-o serie de cavități cu pereți rigizi, amplasate în jurul conductei centrale în mod concentric. Fiecare cavitate comunică

cu conducta centrală prin cîte un orificiu de legătură (fig. 8). Cavităţile existente reprezintă camere de destindere a gazului în secţiunea conductei.

Modul de calcul

Atenuarea reală produsă de atenuator ΔL_r, în dB, se calculează astfel :

1. Se calculează frecvenţa de rezonanţă f_0, în Hz, a atenuatorului. Se alege pentru frecvenţa de rezonanţă valoarea corespunzătoare atenuării

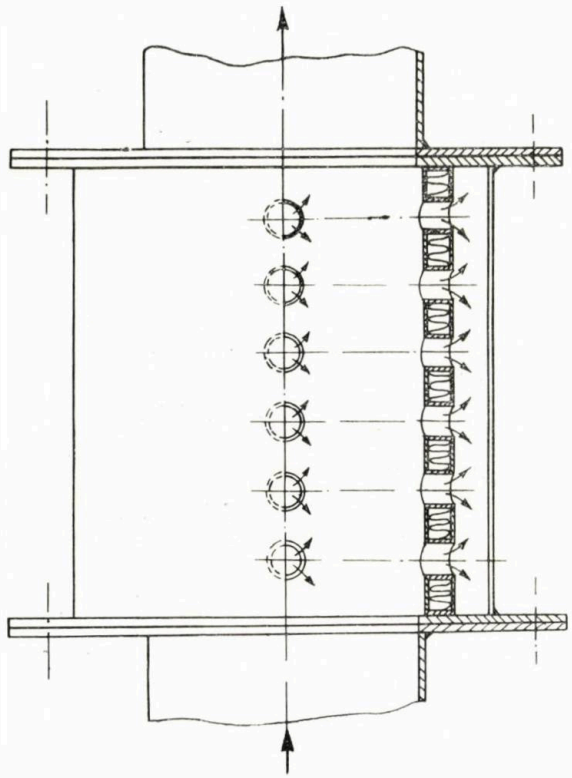


Fig. 8 Atenuator reactiv, aplicat la eşaparea unui motor Diesel la o instalaţie de foraj

necesare δL, de valoare maximă, după care se efectuează o verificare, calculîndu-se valoarea atenuării reale ΔL_r, în funcţie de frecvenţă (punctele 2 şi 3). În cazul alegerii corecte a frecvenţei de rezonanţă, valoarea ΔL_r calculată în funcţie de frecvenţă trebuie să fie mai mare sau egală cu atenuarea necesară δL, în toată banda de frecvenţe în care $\delta L > 0$. În cazul în care această condiţie nu este îndeplinită, se poate alege pentru frecvenţa de rezonanţă o valoare egală cu cea a armonicii doi sau trei sau a unei subarmonici a frecvenţei corespunzătoare atenuării δL de valoare maximă.

2. Cunoscînd frecvenţa de rezonanţă f_0, cu ajutorul relaţiei :

$$\frac{\sqrt{K_1 V}}{2S_1} = \sqrt{[10^{0,18\delta L_{inf}} - 1] \cdot \left[\frac{f_{inf}}{f_0} - \frac{f_0}{f_{inf}}\right]^2} \quad (1)$$

se determină valoarea raportului $\frac{\sqrt{K_1 V}}{2S_1}$. Diverşii parametri din această relaţie au următoarele semnificaţii :

K_1 este admitanţa orificiului de legătură dintre conducta centrală a atenuatorului şi cavitatea rezonantă aferentă, cm ;

V — volumul total al cavităţilor rezonante, cm³ ;

S_1 — secţiunea conductei centrale, cm² ·

δL_{inf} — atenuarea necesară corespunzătoare frecvenţei inferioare, dB. Valoarea acestei atenuări este egală cu valoarea minimă a atenuării δL pentru care $\delta L > 0$;

f_{inf} — frecvenţa corespunzătoare atenuării δL_{min}, Hz ;

f_0 — frecvenţa de rezonanţă, Hz.

3. Cu ajutorul relaţiei :

$$\Delta L = 10 \lg \left[1 + \left(\frac{\frac{\sqrt{K_1 V}}{2S_1}}{\frac{f_{sup}}{f_0} - \frac{f_0}{f_{sup}}} \right)^2 \right] \quad (2)$$

se calculează atenuarea reală produsă de atenuator, la frecvenţa superioară f_{sup}.

4. Cu ajutorul relaţiilor :

$$\left.\begin{aligned} K_1 &= \frac{nS_0}{l_0 + 0{,}8\sqrt{S_0}} \quad [\text{cm}] \\ \text{Ø}_0 &= \sqrt{\frac{4S_0}{\pi}} \quad [\text{cm}] \\ \sqrt{K_1 V} &= \frac{\pi \text{Ø}_{int}^2}{2} \cdot \frac{\sqrt{K_1 V}}{2S_1} \\ V &= \frac{\pi}{4} \cdot L(\text{Ø}_{ext}^2 - \text{Ø}_{int}^2) \quad [\text{cm}^3] \end{aligned}\right\} \quad (3)$$

în care :

n este numărul de orificii ;

S_0 — secţiunea unui orificiu, cm² ;

l_0 — lungimea unui orificiu, cm ;

Ø_0 — diametrul unui orificiu, cm ;

Ø_{int} — diametrul conductei centrale a atenuatorului, cm ;

L — lungimea atenuatorului, cm ;

Ø_{ext} — diametrul exterior al atenuatorului, cm,

se determină parametrii acustici constructivi ai atenuatorului. Metoda de calcul al acestor parametri este un calcul prin tatonare. La alegerea valorilor anumitor parametri se va avea în vedere ca raportul dintre doi parametri să nu fie egal cu un multiplu sau submultiplu de număr întreg.

Cu ajutorul acestor date şi al relaţiei (2), în care se înlocuieşte frecvenţa f_{sup} cu frecvenţa f şi atenuarea ΔL, cu atenuarea reală ΔL_r, se calculează valorile reale ale atenuării ΔL_r, în dB, produ-

să de un atenuator. Valorile atenuării reale calculate ating valori pînă la 26 dB la frecvenţa de 250 Hz.

Un astfel de atenuator calculat s-a aplicat la eşaparea unui motor Diesel al unei instalaţii de foraj. În figura 9 se poate observa nivelul de zgomot înainte şi după aplicarea atenuatorului la eşapare. Porţiunea haşurată reprezintă energia acustică atenuată.

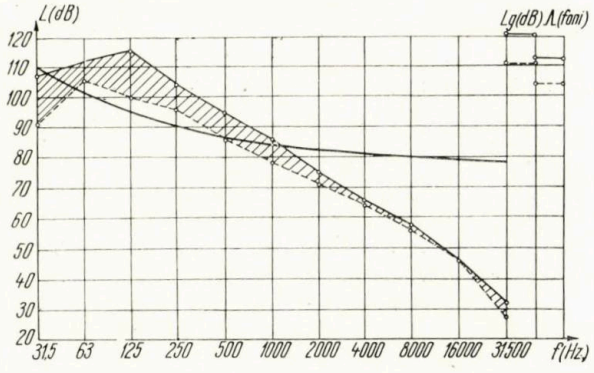


Fig. 9 Atenuarea realizată de atenuatorul reactiv instalat la eşaparea unui motor Diesel.

Atenuările nerealizate se datoresc în mare parte nerespectării datelor constructive indicate.

Exemplu de calcul

Se consideră un motor Diesel de 45 CP şi a cărui conductă de eşapare are un diametru $Ø = 7{,}5$ cm.

Se consideră, de asemenea, că domeniul frecvenţelor în care curba limită admisă Cz 85 este depăşită se situează între 63 şi 2 000 Hz. Depăşirile corespunzătoare acestor frecvenţe sînt următoarele :

f(Hz)	63	125	250	500	1 000	2 000
ΔL(dB)	3	13	9	10	9	9

Conform modului de calcul arătat anterior, frecvenţa de rezonanţă $f_0 = 250$ Hz. Frecvenţa inferioară, respectiv, cea superioară este :

$$f_{inf} = 63 \text{ Hz}; \quad F_{sup} = 2\,000 \text{ Hz}.$$

Cu ajutorul relaţiei (1) şi înlocuind valorile date, se calculează raportul $\frac{\sqrt{K_1 V}}{2S_1}$, care este egal cu 20,75.

Plecîndu-se de la valoarea frecvenţei de rezonanţă f_0 şi a raportului $\frac{\sqrt{K_1 V}}{2S_1}$ astfel determinat, se obţin următoarele mărimi cu ajutorul relaţiilor :

$$\left.\begin{aligned} \sqrt{\frac{K_1}{V}} &= \frac{2\pi f_0}{c} = 0{,}0463 \text{ cm}^{-1}; \\ \sqrt{K_1 V} &= \frac{\pi Ø_{int}^2}{2} \cdot \frac{\sqrt{K_1 V}}{2S_1} = 1\,598 \text{ cm}^2; \\ V &= \frac{\sqrt{K_1 V}}{\sqrt{\frac{K_1}{V}}} = 34\,600 \text{ cm}^3; \\ K_1 &= \sqrt{K_1 V} \cdot \sqrt{\frac{K_1}{V}} = 74 \text{ cm}, \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

în care :

c este viteza undelor acustice în are ($c = 34\,000$ cm/s) ;

$Ø_{int}$ — diametrul conductei centrale a atenuatorului, cm ($Ø_{int} = 7{,}5$ cm).

Apoi cu ajutorul relaţiilor (3) se determină parametrii acustici constructivi ai atenuatorului ; n, $Ø_0$, l_0, $\Delta Ø_{int}$, $Ø_{med}$, $Ø_{ext}$, L şi Δ.

Parametrii $\Delta Ø_{int}$, $Ø_{med}$ şi Δ au următoarele semnificaţii :

$\Delta Ø_{int}$ este distanţa dintre partea internă a atenuatorului şi învelişul său exterior (valoarea acestui parametru se alege constructiv) ;

$Ø_{med}$ — diametrul părţii interne a atenuatorului, cm, determinat cu relaţia :

$$Ø_{med} = Ø_{int} + 2\,l_0 \quad (5)$$

Δ — distanţa dintre centrele a două orificii vecine, cm, calculată cu relaţia :

$$\Delta = \frac{4L}{n} \text{[cm]} \quad (6)$$

$Ø_{ext}$ — diametrul exterior al atenuatorului, cm, calculat cu relaţia :

$$Ø_{ext} = Ø_{med} + 2\Delta Ø_{int} \text{ [cm]} \quad (7)$$

Folosind metoda de calcul prin tatonare şi îndeplinind condiţiile indicate la punctul 4, se obţin următoarele valori ale acestor parametri :

$n = 36$ orificii ; $Ø_{med} = 19{,}50$ cm ;

$l_0 = 6$ cm ; $Ø_{ext} = 30$ cm ;

$Ø_0 = 5$ cm ; $L = 85$ cm ;

$\Delta Ø_{int} = 5{,}25$ cm ; $\Delta = 9{,}45$ cm.

Avînd aceste mărimi, se va calcula atenuarea obţinută în urma aplicării atenuatorului, folosind relaţia (2). Atenuările obţinute, funcţie de

frecvență sînt următoarele :

f (Hz)	63	125	250	500	1 000	2 000
ΔL(dB)	15	22	≈40	22	15	9

Concluzii

Din studiul efectuat cu privire la combaterea zgomotului la eșaparea motoarelor Diesel se pot trage următoarele concluzii :

1. Nivelul de zgomot la eșaparea unui motor Diesel depășește curba limită admisă Cz 85, în domeniul frecvențelor joase și înalte (pînă la frecvența de 2 000 Hz) cu valori maxime de 20 dB, la frecvența joasă de 125 Hz ;

2. Valoarea ridicată a nivelului de zgomot are o acțiune nocivă asupra organismului uman, cerîndu-se în mod impetuos reducerea acestuia ;

3. Alegerea și aplicarea corectă a soluțiilor propuse va duce la o scădere considerabilă a nivelului de zgomot.

BIBLIOGRAFIE

1. Iudin, E. Ia. Izolarea împotriva zgomotelor. București, Ed. tehnică, 1968.
2. Grumăzescu, M. ș.a. Combaterea zgomotului și vibrațiilor. București, Ed. tehnică, 1964.
3. Meakșin, V. M. Metode și mijloace de reducere a zgomotului industrial, Kiev, 1967.
4. Scott, A. În : Engineering, **209**, nr. 5 418, mart. 1970, p. 237
5. xxx Naftove Motory Ctyrdobe, Praga, SNTL, 1955.
6. xxx Diesel Engineering Handbook, New York, 1955.
7. Zincenko, V. I. ș.a. Reducerea zgomotului la nave. Leningrad, Sudostroienie, 1968, 140 p.
8. Pounder, C. C. Motoare Diesel marine, Londra, 1962.
9. Terech, W. În: Budownictwe Okrotwe, **5**, nr. 3 mart. 1960, p. 81—85.

RECENZII

J. Mainguy : **L'economie de l'energie**. Ed. Dunod—Paris, 1972

Lucrarea respectivă elaborată de un specialist cu renume mondial reprezintă o sinteză foarte cuprinzătoare a stadiului actual al acestei probleme așa cum rezultă din progresele realizate în ultimii ani.

Problemele de economie energetică care se pun specialiștilor din diverse țări sînt din ce în ce mai complexe și rezolvarea lor optimă necesită o înțelegere din ce în ce mai profundă.

Cartea „L'economie de l'energie" este foarte importantă fiind printre puținele lucrări care apar în literatura științifică consacrată acestui domeniu.

Lucrarea urmărește să pună la îndemîna cititorului, un bogat material documentar asupra ceea ce este mai semnificativ într-un domeniu vital al dezvoltării contemporane.

După cum este alcătuită această carte depășește cu mult titlul care i s-a dat deoarece sînt abordate numeroase probleme tehnologice și teoretice, economice alături de materialul consacrat lucrărilor cu caracter aplicativ.

Acest mod de prezentare este foarte util pentru a putea îmbina teoria cu practica.

Cartea cuprinde nouă capitole, numeroase grafice și tabele.

În primul capitol care se referă la energia în cadrul economiei generale mondiale sînt analizate unele probleme în legătură cu consumul energiei, repartiția pe glob, aprovizionarea cu energie și transportul.

În continuare se prezintă rolul mereu mai important al energiei în toate domeniile de activitate umană, a tendințelor generale care se manifestă în ultimii ani în acest domeniu, a legăturii care există între consumul de energie și dezvoltarea economică a influenței diferiților factori locali asupra structurii producției și consumului.

Următoarele capitole, trei și patru, se referă la extracția și exploatarea cărbunilor tratînd în special unele metode noi de exploatare și criterii de clasificare.

Capitolul cinci tratează unele probleme în legătură cu prelucrarea petrolului și industrializarea gazului natural.

În capitolul șase sînt analizate următoarele probleme : acumulările de hidrocarburi, exploatarea acumulărilor de petrol și gaze, diverse metode de exploatare și gradul de aplicare al acestora în practică.

Ca o urmare firească a capitolelor precedente, în continuare sînt abordate metodele uzuale de evaluare cantitativă a rezervelor de petrol și gaze, precum și aplicarea studiului hidrodinamic în lucrările de exploatare și explorare Relația dintre rezerve și producție care este de fapt esența oricărui proces de exploatare rațională este, de asemenea, analizată în acest capitol.

Penultimul capitol tratează probleme în legătură cu energia nucleară, importanța ei, diverse tipuri de reactori și utilizarea acestei energii în diverse domenii etc. Ultimul capitol se referă la prognozele energetice pe plan mondial insistîndu-se în special asupra Europei.

Pe baza datelor cunoscute se propun o serie de soluții și ipoteze noi care să fundamenteze direcțiile de cercetare sub aspectul teoretic și aplicativ.

Prin numeroasele date prezentate pentru fiecare capitol în parte cartea servește bine pentru documentarea specialiștilor care lucrează în domeniul industriei și tuturor inginerilor din producție.

Lucrarea se caracterizează printr-un stil clar și precis fiind bogat ilustrată prin multe tabele și figuri foarte interesante.

În concluzie se poate afirma că lucrarea scrisă de J. Mainguy reprezintă o contribuție valoroasă pentru înțelegerea justă a problemelor energetice strîns legate de cerințele economice, condiție esențială pentru alegerea unor ipoteze de calcul care să corespundă problemelor reale ale societății.

DOCUMENTARE

* * * **La sonda cea mai adîncă din lume s-a atins recordul de lungime al unei coloane de 9,5/8** in

În : World Oil, **174**, nr. 4, mart. 1972, p. 48.

Sonda E.R. Baden 1, din comitatul Beckham — Oklahoma, este cea mai adîncă sondă din lume, atingînd adîncimea de 30 050 ft (9 159,24 m) depăşind recordul sondei Ralph Lowe, Estate 1—17 University, comitatul Pecos din Texas, care era de 28 500 ft (8 686,8 m). Sonda E.R. Baden a stabilit cu această ocazie recordul lungimilor tubate cu 20 şi $13^3/_8$ in (15 416 ft = =4 698,8 m). Coloana continuă de $9^5/_8$ a fost tubată sub sabotul coloanei de $13^3/_8$ in, într-o gaură de $11^7/_8$ in, la adîncimea de 23 392 ft (7 129,9 m). Ea este din oţel Soo—125 şi 140, cu îmbinări Hydrill Super Flush şi CTS—4, greutatea fiind de 105,8 kg/m. Tubarea s-a făcut în două etape, începînd cu un liner de $9^5/_8$ de la 4 520 la 7 129,9 m, care a fost cimentat pe toată înălţimea, pînă în sabotul coloanei $13^3/_8$ in. Pe urmă acest liner s-a prelungit tot cu burlane $9^5/_8$ in pînă la suprafaţă. Tubarea s-a făcut cu un elevator-broască Varco de 750 t. Greutatea combinată a celor două porţiuni din coloana de $9^5/_8$ in se ridică la 483 t. Sub sabotul coloanei s-a continuat forajul, săpîndu-se o gaură de $7^7/_8$ in, pînă la adîncimea finală a sondei.

* * * **O nouă teorie a genezei petrolului.** În : Petroleum and Petrochemical Intern. **12**, nr. 5, mai 1972, p. 4.

Un grup de geologi din Leningrad au propus o nouă teorie a genezei petrolului, care afirmă că, atît timp cît există căldură în simburele central al pămîntului, nu se va duce lipsă de ţiţei. Teoria s-a bazat pe descoperirea de hidrocarburi în emanaţiile vulcanice ; în craterele din Kamciatca s-au găsit bule de gaze şi picături de ţiţei şi bitum, ca şi în rocile diamantifere ale unor vechi vulcani din Siberia. Se presupune că mase de oxid de carbon şi de hidrogen, la presiuni extrem de ridicate, pătrund continuu în scoarţa pămîntească, provenind din mantaua superioară. Răcindu-se, ele reacţionează în rocile poroase sedimentar, trecînd treptat la fazele de gaze uscate, gaze lichide, ţiţei şi bitum. Procesele acestea sînt intense mai ales în cutările alpine tinere. Pe această bază se afirmă că zăcămintele caucaziene se reumplu continu, dintr-un simbure uriaş de magmă subteran. Întrucît aici mantaua superioară este situată foarte aproape de suprafaţa pămîntului, fundul mării reprezintă un obiectiv promiţător pentru explorările petroliere.

* * * **Nou zăcămînt de petrol în zona daneză a mării Nordului.** În : Petroleum Press Service, **XXXIX**, nr.5, 1972.

Recent a intrat în producţie cel de-al doilea zăcămînt de petrol din zona daneză a Mării Nordului, zăcămîntul Dan, situat la circa 200 km de Esbjerg. Iniţial producţia va fi de 500 000 t/an ţiţei cu conţinut scăzut de sulf, cu densitatea de 30°API, din cinci sonde forate la 42 m adîncime sub apă. Zăcămîntul este constituit dintr-un strat de petrol peste care se află un strat de gaze la 2 000 m adîncime. Stratul de petrol se află într-o rocă de cretă, ceea ce face dificilă exploatarea, datorită impermeabilităţii acestei roci. Producţia de vîrf a unei sonde situate în roci calcaroase este mai greu de prevăzut decît a uneia situată în zonă nisipoasă. Este posibil ca să fie necesară afînarea rocii cu acid clorhidric sau sfărîmarea ei.

Ţiţeiul va fi pompat printr-o conductă de 1 500 m lungime şi 12" diametru, într-un tanc de petrol de 35 000 dwt, care îl va transporta la rafinăria de la Stigsnaes, cu o capacitate de 4,5 mil. t/an.

Dacă va fi posibilă producţia de gaze din formaţiune calcaroasă, se va construi o conductă de transport a gazelor pînă în regiunea Esbjerg, care va costa circa 500 mil. coroane (circa 27,3 mil. lire). Se pare că vor putea fi livrate 1—1,5 miliarde m^3 de gaze naturale timp de 20 de ani, dar pentru a se face o evaluare exactă mai sînt necesare studii suplimentare.

*** **Dezvoltarea explorării în Tunisia.** În: Petroleum Press service, **XXXIX**, nr. 5, 1972.

În prezent, în Tunisia sînt explorate intens atît zona submarină cît şi două treimi din zona continentală.

Producţia de petrol a Tunisiei a fost în anul trecut de 4,2 mil. t, dintre care 4 mil. t din zăcămîntul de la El Burma, la care se va adăuga aceea a celor două zăcăminte descoperite în apropierea oraşului Sfax — 1,5 mil. t/an —, astfel că producţia de petrol a Tunisiei va fi în anul viitor de 6 mil. t/an.

Cele două zăcăminte descoperite anul trecut sînt cel de la Sidi el Itayem, situat la 30 km la nord-vest de Sfax, cu o producţie de 400 000—450 000 t/an de ţiţei de 41°API. (În prezent se construieşte o conductă de 83 km lungime pentru a face legătura cu portul Skhirra) şi zăcămîntul de la Ashtart, la 80 km în largul coastelor la sud-est de Sfax, care va fi dat în exploatare în cursul anului viitor, cu o producţie de un milion t/an de ţiţei de 30°API, dintr-un strat de 75 m grosime, situat la o adîncime de 2 850 m, sub 70 m apă. Ţiţeiul provenit din acest zăcămînt va fi încărcat direct în tancurile de petrol, din rezervoare flotante.

Gazele naturale sînt produse din zăcămîntul El Borma, care aprovizionează oraşul Gabes printr-o conductă de 10 3/4" diametru şi 300 km lungime, dată recent în exploatare, care transportă 500 000 m^3 zi. Zăcămîntul de gaze de la Cap Bon produce numai 0,8 mil.t/an, faţă de 9,5 mil.t/an în anul 1969.

În prezent se studiază extensiunea rafinăriei de la Bizerta, cu o capacitate de 1,5 mii. t/an, precum şi construirea unei noi rafinării la Gabes.

* * * **Scăderea producţiei de petrol în Egipt.** În : Pétrole information, nr. 1 231, mai 1972.

În raportul ministerului petrolului din Egipt se arată că producţia de ţiţei a Republicii Arabe Egipt, în declin încă din anul 1971, continuă să scadă, ajungînd la 11—13 mil.t faţă de 15 mil. t, în anul 1971 şi 16,5 mil. t în anul 1970. Această situaţie se datoreşte scăderii producţiei zăcămîntului submarin El Morgan, situat în Golful de Suez, care produce în prezent în medie 8 250 000 t/an, faţă de 13 490 500 t, în anul 1970. Cauza micşorării producţiei o constituie diminuarea presiunii în zăcămînt, de aceea s-a întocmit un program de reinjectare de apă.

În prezent, producţia de petrol a Republicii Arabe Egipt este asigurată prin zece zăcăminte, din care sînt extrase ţiţeiuri de calităţi diferite, de la 17,6 la 40° API. Cel mai important este El Morgan, care produce ţiţei de 31° API, de la o adîncime de 2 100 m. Urmează zăcămîntul de la El Alamein, care produce 13 000 barile/zi ţiţei de 33° API, de la 2 800 m adîncime, zăcămîntul de la Yidma, care produce 8 000 barile/zi ţiţei de 40° API, de la 2 800 m adîncime, Ras Gharib, care produce 10 000 barile/zi ţiţei de 25,3° API, de la 700 m adîncime, Urum al Yusr, care produce 10 000 barile/zi ţiţei de 22,2°API, de la o adîncime de 1 400 m, Bakr, care produce 10 000 barile/zi ţiţei de 20,3° API, de la 800 m adîncime, precum şi patru zăcăminte ale căror producţii sînt mai mici de 2 000 barile/zi.

* * * **Şantierul Frigg pare să fie unul dintre cele mai importante din Marea Nordului.** În : Oil Gas J., **70**, nr, 19, 8 mai 1972, p. 40.

Şantierul Frigg, descoperit în 1971 de grupul francez Petronord, lîngă zona de demarcaţie din Marea Nordului, între sectorul englez şi norvegian, pare să fie unul dintre cele mai importante din Marea Nordului. Din această structură, 2/3 se află în apele norvegiene şi 1/3 în cele engleze. Sonda de descoperire a dat un debit de gaze de 660 000 Nm^3/zi pe duză de 16 mm. Sonda se află la 200 km nord-vest de portul norvegian Hagesund, în ape adînci de 100 m. Rezultate pozitive au mai dat alte trei sonde, găsindu-se şi o zonă strîmtă de ţiţei între acele de apăşi gaze. Evacuarea gazelor produse printr-o conductă spre Norvegia nu este prevăzută, din cauza pieţei de desfacere restrînse şi a prezenţei unei fose marine adînci între şantier şi continent. Se prevede însă construcţia unei conducte spre coastele Scoţiei de Nord sau spre R.F. a Germaniei. O altă soluţie propune transportul gazului prin conducte spre insulele Shetland, nu prea îndepărtate, unde el va fi lichefiat şi transportat cu metaniere spre S.U.A. sau Europa de Vest.

Lerner, R. S. **Cu privire la metoda evaluării proprietăților antiabrazive ale fluidelor de foraj.** În : Burenie, nr. 5, mai 1972 p. 17.

În ultimii 10 —15 ani, în practica de foraj s-a dovedit utilitatea tratării fluidelor de foraj cu adaosuri lubrifiante, pentru a mări durata de funcționare a sapelor prin reducerea uzării lagărelor.

Cercetările pentru găsirea de noi inhibitori cu proprietăți lubrifiante superioare continuă. În prezent încă nu există o metodă unică de determinare a acestor proprietăți și un anume aparat pentru efectuarea unor astfel de cercetări.

În articol se examinează aparatele, metodele de încercare și criteriile de evaluare cel mai larg folosite pentru determinarea proprietăților antiabrazive ale fluidelor de foraj. Se arată că aplicarea metodei utilizate la probarea capacității lubrifiante a uleiurilor de mașină este cu totul improprie.

Drept criterii de evaluare a eficienței adaosurilor lubrifiante pentru fluidele de foraj se recomandă a se lua în considerare durata de funcționare pînă la începerea coroziunii punctelor și rezistența filmului lubrifiant.

Padeg, K. P. ș.a. **Calculul sculelor de instrumentație netede.** În : Burenie, nr. 5, mai 1972, p. 3.

La lichidarea ruperilor prăjinilor de foraj se folosesc în măsură tot mai largă sculele de instrumentație netede, respectiv dornurile și tutele nefiletate. Dar, în comparație cu sculele de instrumentație filetate, cele netede se utilizează mult mai rar. Această limitare se datorează adesea construcției lor, necorespunzătoare, respectiv limitării nejustificate a unghiului de înclinare a suprafeței active.

În articol se examinează relația între unghiul de înclinare a sculei netede de instrumentație în funcție de capacitatea de ridicare, de mărimea admisibilă de descărcare a garniturii de foraj și de proprietățile fluidului de foraj.

Cu relația obținută s-a construit o nomogramă după care se alege, pentru condițiile concrete ale sondei, fie construcția sculei de instrumentație, sau alegerea regimului de lucru potrivit sculei de instrumentație aflate la dispoziție, ori se stabilește oportunitatea utilizării acestei scule.

Proselkov, Iu. M. ș.a. **Schimbul nestaționar de căldură în gaura de sondă după cimentarea coloanei de burlane.** În : Nefteanoe hozeaistvo, 50, nr. 5, mai 1972, p. 34.

Se tratează problema variațiilor de temperatură în gaura de sondă după cimentarea coloanei. În calcule se ține seama de diferența de temperatură dintre spațiul inelar și coloană în momentul terminării operației de cimentare, precum și de căldura suplimentară degajată în procesul de hidratare a cimentului. Rezultatele calculelor efectuate cu ajutorul ordinatoarelor se prezintă sub formă de grafice.

Cunoașterea variației regimului de temperatură în sondă după cimentarea coloanei de burlane permite explicarea multor fenomene legate de consolidarea găurii de sondă, ca de exemplu : variația stării de tensiune a coloanei de burlane, pierderea etanșeității spațiului inelar, deteriorarea coloanelor în perioada de priză și de întărire a pastei de ciment ș. a.

Babaian, S. A. ș.a. **Specificul uzurii filetului conic (special).** În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, 52, nr. 4, april. 1972, p. 44.

Uzura filetelor speciale ale racordurilor reprezintă factorul principal ce determină fiabilitatea îmbinării filetate conice a prăjinilor de foraj. La o înșurubare și deșurubare repetată a îmbinărilor, în condițiile de schelă, se produce cu deosebire o uzare abrazivă a filetului. În lucrare se arată specificul uzării filetului special și se prezintă relația, care permite determinarea uzurii spirelor filetului. Spre deosebire de cercetările anterioare efectuate, se ține seama de faptul că în procesul de înșurubare (deșurubare) se modifică și numărul de spire conjugate, ceea ce duce la redistribuirea solicitării spirelor. Se demonstrează că solicitarea specifică pe suprafața spirei depinde de suprafața de frecare.

Problema este rezolvată cu ajutorul unui calculator electronic iar rezultatele obținute sînt comparabile cu datele de schelă. Metoda propusă poate fi aplicată la determinarea uzurii, ținînd seama de abaterile elementelor filetului special.

Avetisov. A. G. ș.a. **Identificarea valorilor conținutului de apă de constituție în cimentul întărit și a permeabilității lui în raport cu mărimea rezistenței la încovoiere.** În : Burenie, nr. 5, mai 1972, p. 22.

În urma analizelor de laborator efectuate, centralizate în tabele corelative, s-au stabilit modelele matematice liniare, pentru relația conținutului de apă de constituție în cimentul întărit în funcție de mărimea rezistenței lui la încovoiere, precum și modelele matematice hiperbolice pentru permeabilitatea cimentului întărit în funcție tot de rezistența la încovoiere.

Priza și întărirea cimentului Portland fiind condiționate de capacitatea componenților clincherului de a se hidrata, viteza reacției de unire cu apa reprezintă factorul principal pentru caracterizarea intensității formării pietrei artificiale, factor definit prin conținutul de apă de constituție. De asemenea, mare importanță pentru prevenirea trecerii gazelor prin spațiul inelar cimentat o are compactitatea materialului de cimentare, a cărui indicator este permeabilitatea.

Amîndoi acești indicatori se determină în laborator și cer un volum mare de muncă. De aceea posibilitatea identificării lor în funcție de mărimea rezistenței la încovoiere în timp a cimentului, care se determină ușor, reprezintă o mare înlesnire pentru urmărirea calității cimentării.

Novohatski, D. F. ș.a. **Cercetarea rezistenței la săruri a cimenturilor de zgură îngreunate.** În : Burenie, nr. 5, mai 1972, p. 20.

Durabilitatea cimentului întărit în spațiul inelar al sondei depinde de numeroși factori, cel principal fiind coroziunea lui în soluțiile apoase, conținînd diferiți ioni, mai ales sub acțiunea presiunilor și temperaturilor ridicate ale mediului înconjurător.

Se prezintă rezultatele cercetărilor efectuate pentru determinarea rezistenței la săruri a cimenturilor de zgură îngreunate cu adaos de minereu de fier (CZI-120 și CZI-200), probele fiind încercate în soluția saturată de clorură de sodiu la temperatura de 120°C și presiunea de 300 kgf/cm². Experiențele arată că aceste cimenturi practic nu sînt corodate de apele de strat sărate.

* * * **Un simulator de erupție permite să se învețe modul cum acestea să fie controlate.** În : World Oil, **174** nr. 4, mart. 1972, p. 53.

Un simulator electric portabil de erupție liberă la sondele în foraj a fost pus la punct de Shell Oil Co și Gulf Research and Development Co. El este destinat instruirii personalului sondei, pentru a face față cazurilor reale, întrucît s-a constatat că un personal bine instruit reprezintă cea mai bună asigurare împotriva scăpării sondelor în foraj, cu toate gravele lor consecințe. Această instruire se poate face la sonde reale, special echipate pentru a reproduce condițiile unei erupții, dar procedeul este scump și nu permite decît formarea unui personal restrîns. Cu simulatorul analogic realizat, în 30 min, doi oameni pot fi exersați să execute toate operațiile necesare : închiderea prevenitoarelor, circulația și readucerea sondei la condiții normale. Se pot instrui astfel 100 de oameni în 11 zile, de la maistru pînă la ultimul sondor. Simulatorul constă dintr-un pupitru al operatorului și trei panouri reprezentînd respectiv pupitrul de control al maistrului în sondă, ansamblul prevenitoarelor cu claviatura de duze și sistemul de control de la distanță a duzei variabile. Un al patrulea panou arată o schemă a sondei în care un sistem de luminare arată poziția relativă a fluidului de sapă și a fluidelor ce pătrund în sistem, în orice moment. Se poate vedea o bulă de gaz intrînd în sistem, expansiunea ei în timpul circulației spre suprafață și expulzarea ei prin duză. Pupitrul de control permite simularea diferitelor situații caracteristice ale sondelor pînă la adîncimi de 4 500 m, densitate de noroi, viteze de forare, presiunile de strat etc. Se pot simula erupții de apă sărată, intruziuni de gaze, forajul în zone de presiune anormală cu sonde echilibrate sau nu. Opt benzi sonore permit simularea zgomotelor naturale ce se produc (mersul granicului, al pompelor, șuieratul fluidului prin duze etc.). Se pot, de asemenea, simula și alte accidente ce se pot produce, ca : erodarea unei duze, defectarea unuî prevenitor sau a pompelor, pierderea de circulație, înfundarea orificiilor sapei etc.

Simulatorul permite reproducerea celor trei metode clasice de control al erupțiilor.

Stepanova, G. S. **Calculul producției de condensat a zăcămintelor cu bandă marginală de țiței sau de condensat.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 5, mai 1972, p. 42.

Obișnuit la determinarea teoretică și experimentală a pierderilor de condensat în strat la zăcămintele de gaz condensat se neglijează influența bandei de țiței sau de condensat asupra transformărilor de fază în sistemul gaze-condensat. In lucrare se prezintă ecuațiile bilanțului material pentru calculul producției de condensat în cazul existenței bandei de țiței, sau a prezenței în strat a țițeiului dispersat. Aceste ecuații permit evaluarea cantitativă a pierderilor de condensat în strat și extragerii sale la suprafață, dacă se cunosc compoziția gazelor de strat, compoziția țițeiului și raportul cantitativ între gazele de strat și țițeiul din banda marginală.

Calculele arată, că la determinarea producției de condensat neglijarea influenței țițeiului duce la supraevaluarea volumului de condensat extras.

Zakusilo, G. A. **Procedeu pentru determinarea coeficientului de productivitate a stratului după datele cercetărilor termometrice.** In : Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 5, mai 1972, p. 51.

Se descrie procedeul aplicat pentru determinarea coeficientului de productivitate a stratului cu ajutorul termogramelor înregistrate în sondă (în cadrul a trei sau mai multe regimuri stabilizate de exploatare, precum și cu sonda închisă după înregistrarea curbei de restabilire a temperaturii). Se prezintă metoda grafoanalitică de prelucrare a termogramelor și rezultatele cercetărilor sondelor exploatate prin erupție cu diferite submergențe ale garniturii de țevi de extracție. Se arată posibilitatea determinării după cercetările termometrice a coeficientului de productivitate a stratelor, acoperite cu garnitura de țevi de extracție (cazul exploatării simultane și separate a mai multor strate), ceea ce confirmă perspectiva ce o prezintă aplicarea metodei propuse pentru cercetarea sondelor utilate cu ansamble de exploatare simultană și separată a stratelor.

Mamedov, A.A. **Cu privire la starea de tensiune a burlanului și a mediului înconjurător produsă de poziția excentrică a perforatorului în coloană în cursul perforării.** În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **52**, nr. 4, april. 1972, p. 19

Datorită poziției obișnuit excentrice a corpului perforatorului în coloană, masa de lichid dintre suprafața exterioară a corpului perforatorului și cea interioară din coloană, se repartizează în mod neuniform în raport cu axa coloanei. Aceasta duce la o repartizare neuniformă a presiunii undei de șoc pe perimetrul peretelui coloanei ceea ce poate provoca degradarea burlanelor la o solicitare mult inferioară celei admisibile.

În articol se studiază starea de tensiune a burlanului aflat sub acțiunea presiunii interioare neuniforme, ținînd seama de influența mediului înconjurător (inelului de ciment și a rocilor) și amortizării undelor în lichid.

Rezolvarea analitică a problemei puse duce la concluzia că amplasarea excentrică a corpului perforatorului în coloană poate provoca o accidentare a filtrului coloanei și poate contribui la degradarea inelui de ciment și a rocilor din spatele coloanei în timpul exploatării sondelor.

Agdamski, M.A. ș.a. **Cu privire la controlul procesului de injecție a aburului în strat.** În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **52**, nr. 4, april. 1972, p. 27.

Printre metodele termice de acționare asupra stratelor aplicate în prezent, este și injecția intraconturală a aburului. Realizarea proceselor termice este legată de investiții mari și de anumite greutăți tehnice. De aceea utilizarea rațională a energiei termice introdusă în zăcămînt are importanță deosebită. În lucrare se subliniază necesitatea controlului asupra efectuării injecției de abur în strat și se enumără metodele de cercetare în acest scop a sondelor și stratelor.

Se constată că sub influența injecției în strate a agentului fierbinte, la sondele de reacție se produc modificări ale unor caracteristici de exploatare, ca de exemplu : ridicarea temperaturii în zona de talpă, reducerea viscozității și densității țițeiurilor, creșterea presiunilor de strat, variația debitelor medii zilnice de lichid și a proprietăților lor ș. a. Pentru controlul avansării aburului pe întinderea stratului este necesară efectuarea regulată a cercetării complexe a sondelor. Totodată se propune a acorda o deosebită atenție modificării proprietăților a apelor de strat.

Simm N. Clark. **Metodele ameliorate de combustie subterană sînt mai avantajoase decît acelea de injecție de abur** În : World Oil, **174** nr. 4, mart. 1972, p. 59.

În S.U.A. s-au realizat sau sînt în curs de execuție mai bine de 70 de procese de combustie subterană. Ele au arătat că dificultățile de aplicare sînt mai puțin importante decît s-a crezut la început. Astfel :

— procesele de combustie subterană se pot aplica la o gamă mult mai largă de zăcăminte, cu țițeiuri cu variații mai mari de proprietăți decît s-a crezut inițial ;

— mecanismele de stabilitate a combustiei, necesitățile de combustibil rezidual, aprinderea etc. sînt mult mai binecunoscute decît înainte ;

— problemele de producție, ca : coroziune, arderea linerelor, H_2S, emulsiile, nu mai sînt atît de greu de rezolvat, cu ajutorul noilor metode preventive cunoscute ;

— costul de inițiere a procesului s-a redus considerabil ;

— costurile de exploatare sînt mult mai mici decît estimările făcute : 4,7—6,3 dolari/m^3 țiței extras.

Stimularea prin injecție de abur în SUA a avut la început cîteva succese cu mărire rapidă a producției extrase, cheltuindu-se în primii ani peste 300 mil. dolari pentru aplicarea acestei metode. După 10 ani de aplicare s-a constatat însă o serie de limitări în aplicarea metodei puse în evidență prin faptul că numai puține proiecte au avut succese economice (Midway -Sunset, Yorba Linda—California).

Principalele dificultăți ce au apărut la stimularea prin injecție de abur au fost :

— variațiile de permeabilitate a stratului au o foarte mare influență nepermițînd controlul injecției pe verticală ;

— ineficiență în zonele de mare saturație în apă, datorită pierderii preferențiale de abur în stratele subțiri cu apă ;

— degajarea frecventă de H_2S odată cu țițeiul și aburul ieșind din sondele de reacție ;

— necesitatea ca pentru stimularea de țițeiuri grele permeabilitatea rocii să depășească 1 000 mD ;

— necesitatea ca viscozitatea țițeiurilor să fie corespunzătoare aceleia a țițeiurilor cu densitate de 0,960 ;

— utilizarea în general a unei mai mari cantități de abur pe m^3 extras decît acea la care se așteaptă ;

— frecvente rupturi de linere sau coloane.

Din cauza unor insuccese inițiale, de care s-a vorbit mai mult decît de succesele reale, la început combustia subterană a fost considerată ca scumpă, cu multe riscuri și nepromițătoare. Se credea că ea nu se poate aplica decît la șantiere puțin adînci, conținînd țițeiuri grele și expunînd la mari dificultăți, din cauza coroziunii, a emulsiilor, a exploziilor, arderea linerelor și a costului prea ridicat.

În momentul începerii aplicării injecției de abur, combustia subterană a fost practic părăsită. Între timp procesele de combustie deja inițiate erau în plină dezvoltare și s-au arătat a fi economice și cu bune rezultate.

Din aceste procese s-au tras o serie de învățăminte. S-a văzut că metoda combustiei se poate aplica la zăcăminte cu o gamă largă de caracteristici și la țițeiuri cu densitate variind între 0,825 și 1,00. Grosimea stratelor supuse arderii poate depăși 36 m. Grosimea minimă nu a fost încă determinată, dar pare a fi de ordinul a 3 m. Porozitatea și permeabilitatea nu intervin tehnic, ci numai din punct de vedere economic (rezerve suficiente și posibilitatea de a injecta aerul la o presiune convenabilă). Numai porozitatea datorată fisurărilor nu este convenabilă. Adîncimea stratului nu intervine decît ca mărind costul forajelor și presiunea de injecție a aerului.

Stabilitatea arderii este mare, mai ales la țițeiuri cu densități peste 0,900, întrucît cocsul rezidual depășește necesitatea de combustibil. Se caută totuși să se reducă cantitatea de cocs format, pentru a micșora procentul de țiței ars și consumul de aer. Aprinderea se face ușor prin metode electrice, chiar în cazul stratelor groase.

Coroziunea și eroziunea nu depind decît de proprietățile țițeiului și ale apei de zăcămînt, de matricea stratului și de metoda de operare. Pentru a evita degradarea sondelor de injecție se pot utiliza linere din oțeluri speciale sau răcite prin circulație de apă. Pentru a îndepărta H_2S, SO_2 și alte gaze

rău mirositoare, se aplică cu succes metode de tratare la suprafață.

Problema emulsiei este mai puțin gravă decît s-a crezut. Ea devine importantă la sfîrșitul vieții productive a unei sonde de reacție. Injecția de inhibitori sau dezemulsionanți nu a dat rezultate concludente. Calitatea țițeiului produs este puțin influențată de procesul de combustie, întrucît cea mai mare parte a lui este deplasată de fluide inerte (apă, țiței, gaz) cu mult în fața frontului de ardere. La sfîrșitul producției unei sonde de reacție țițeiul cracat produs se poate amesteca cu restul producției șantierului.

Costul proceselor-pilot s-au redus foarte mult, de la cîteva sute de mii de dolari la mai puțin de 100 000 $. Costurile de operare sînt, de asemenea, mai reduse decît se credea. În California, pe baza unei experiențe de peste 12 ani, costul este mai mic de 6,3 $/m³. Cînd presiunea de injecție este mică, acest cost poate scădea la 4,7—5 $/m³.

În comparație cu injecția ciclică sau continuă de abur, experiența din California a arătat că combustia subterană duce la recuperări finale mai mari, la același cost, prezentînd în plus o serie de avantaje (recuperări finale de 35—50 % față de 20—40 %, la stimularea cu abur).

*** **Șlepuri de beton pentru stocarea și încărcarea gazelor naturale lichefiate.** În : Petroleum and Petrochemical Intern. **12**, nr. 5, mai 1972, p. 85.

Dată fiind creșterea permanentă a cererii de gaz natural lichefiat (LNG) s-a pus problema stocării și a încărcării lui în zone portuare, unde producerea unui accident ar avea urmări de o mare gravitate. Două întreprinderi franceze, ETPM și Technigas, au pus la punct construcția unui șlep de beton destinat stocării în stare lichidă a gazului și transportului său de pe și pe vasele de transport, soluție care permite o mare siguranță de lucru. Șlepul, prevăzut cu compartimente de balast de protecție, se fixează de un punct de ancoraj rotativ, care îi permite să se alinieze în sensul curenților și al vîntului, pe cele două fețe longitudinale putîndu-se ancora două vase metaniere pentru operațiile de încărcare-descărcare. Șlepul este construit din beton precomprimat și are o coca dublă. Rezervoarele de stocare, din membrane de beton, sînt căptușite interior cu tablă din oțel anticorosiv. Ele sînt izolate termic prin pereți de placaj de lemn și P.V.C. celular, ceea ce face ca coca de beton să fie menținută aproape de temperatura exterioară. Pentru stocarea a 250 000 m³, dimensiunile șlepului sînt de 450 × 50 × 30 m. Pescajul său, de 18,5 m, este menținut constant, printr-o instalație automată de umplere și de golire a balasturilor. Avantajul acestui tip de construcție este rezistența la coroziunea marină, coeficientul mare de siguranță și costul de întreținere foarte redus.

*** **Dificultăți în folosirea gazelor naturale lichefiate.** În : Petroleum Press Service, **XXXIX**, nr. 5, 1972.

Transportul pe distanțe lungi al gazelor naturale lichefiate devine din ce în ce mai necesar. Mari cantități de gaze naturale sînt disponibile pentru lichefiere și prevederile actuale estimează volumul comerțului cu gaze naturale lichefiate la 40 miliarde picioare cubice/zi, transportate de circa 200 de vase metaniere. Investițiile necesare sînt însă complexe și costisitoare, necesitînd un timp mai îndelungat de punere în exploatare, astfel încît se pare că unele vase metaniere comandate în prezent vor fi terminate prea devreme.

Singurii factori importanți sînt capitalurile și programarea, întrucît cererea din ce în ce mai mare a țărilor mari consumatoare este cunoscută. Astfel, se prevede că cererea Statelor Unite va depăși producția internă cu 25 miliarde picioare cubice/zi, în anul 1980, cînd se prevede că expedițiile de gaze naturale lichefiate vor fi de minimum 5 miliarde picioare cubice/zi.

În Japonia, consiliul energetic a prevăzut că importul de gaze naturale în 1985 se va ridica la 3 miliarde picioare cubice/zi. În Europa occidentală este necesar să se importe în viitorii cinci ani un miliard de picioare cubice gaze naturale lichefiate.

În lume există mari rezerve de gaze naturale rămase neutilizate, mai ales în Africa și în Orientul Mijlociu.

Tehnologia de lichefiere — gazele sînt refrigerate la —160°C și la presiunea atmosferică — și de transport s-a dezvoltat uimitor de repede, dar intervalul de timp dintre semnarea unui contract și demararea efectivă a unui transport de GNL este încă de cel puțin patru ani.

Costul unei rețele de producere și transport al gazelor naturale lichefiate este foarte ridicat, circa 1,25 mil. dolari pentru fiecare milion de picioare cubice capacitate. Deoarece capacitatea economică a unei astfel de rețele este de un miliard picioare cubice, costul ei va fi de circa 1,3 miliarde dolari.

În prezent, în lume nu sînt decît trei uzine pentru lichefierea gazelor naturale în vederea exportului — la Arzeev, în Algeria, în Alaska de sud și în Libia — cu o capacitate totală de circa 0,7 miliarde picioare cubice. Două mari uzine — la Skikda în Algeria și în Brunei —, cu o capacitate totală de 1,1 mil. picioare cubice, vor fi date în funcțiune în cursul anului viitor. Pentru anii următori se prevede construirea a numeroase uzine de lichefiere a gazelor naturale în diferite țări.

*** **Noi descoperiri de gaze naturale în Marea Nordului.** În : Pétrole informations, nr. 1 231, mai 1972.

Recent s-a anunțat o nouă descoperire importantă de gaze naturale în zona britanică a Mării Nordului, la sud de zăcămîntul Viking, la vest de zăcămîntul Indefatigable.

Sonda forată a dat în cursul încercărilor 32 mil. picioare cubice/zi gaze naturale. Această descoperire se alătură altora efectuate recent în această zonă. Zăcămîntul se află în imediata apropiere a zăcămîntului Viking, situat la circa 100 km de coastă. Gazele naturale vor fi transportate printr-o conductă submarină la Theddlethorpe, în apropiere de Mablethorpe (Lincolnshire). Zăcămîntul Viking va produce 4,5 miliarde m³/an, dar terminalul de la Theddlethorpe are o capacitate de 20 miliarde m³/an.

*** **Scăderea producției de petrol în Republica Federală a Germaniei.** În : Petroleum Press Service, **XXXIX**, nr. 5, 1972.

Ultimul raport anual al asociației de producători de petrol din Republica Federală a Germaniei, confirmă că producția națională de țiței este în scădere.

Producția de petrol din Republica Federală a Germaniei a scăzut de la 7 982 000 t în 1968 la 7 420 000 t anul trecut așteptîndu-se o scădere mai accentuată de la 7 000 000 t, anul acesta la 4 500 000 t în anul 1976. Producția de gaze naturale, care a crescut de la 1 000 mil. m³ în anul 1962 la 15 365 mil. m în anul 1971 și la 18 000 mil. m³ în acest an, va crește într-un ritm mult mai redus ajungînd de-abia la 20 000 mil. m³ peste doi ani. Descoperirile de gaze naturale efectuate în cursul anului trecut au fost insuficiente, astfel încît nivelul rezervelor sigure și probabile a scăzut în cursul anului trecut ajungînd de la 397 000 la 387 000 mil. m³.

*** **Extinderea explorării petrolifere în Iran.** În : Petroleum Press Service, **XXXIX**, nr. 5, 1972.

În Iran, unde producția de petrol este de 4,75 mil. barile/zi, se caută în continuare noi rezerve de petrol. NIOC, consorțiul care furnizează cea mai mare parte a producției, exploatează 16 zăcăminte și explorează în permanență cu ajutorul a trei platforme de forare. În prezent se forează la Susangerd la 25 mile la vest de localitatea Ahwaz, la Șadegan la 40 mile la sud-vest de zăcămîntul de la Marun și la Kabud la 40 mile nord-vest de localitatea Andimeshk. Alte patru societăți forează la Shurom în Munții Zagros, la Kuh e Ring, la Kuh e Fino, în Munții de la nord de Bandar e Abbas și, de asemenea, la sud de Șiraz.

În largul mării se forează în largul regiunii Rostam și al insulei Sarri, unde s-a descoperit petrol, fără însă să se confirme că zăcămîntul ar fi comercial.

*** **În Canada, rezervele de petrol sînt în scădere, iar cele de gaze naturale în creștere.** În : Petroleum Press Service, **XXXIX**, nr. 5, 1972.

Rezervele de țiței din Canada au scăzut în cursul anului trecut cu aproape 3 % stabilindu-se la 8,3 miliarde barile — fiind al doilea an cînd se constată scăderea lor. Raportul rezerve/producție a fost adus la 17,5 :1, dar închiderea rezervelor probabile ridică acest raport la 21 :1. În afară de aceasta, rezervele de petrol ,,sintetic'' reprezintă circa 300 miliarde barile (pînă în prezent o singură întreprindere produce petrol pentru tratarea nisipurilor bituminoase din Athabasca).

Rezervele de gaze naturale au crescut în jurul anului trecut cu circa 4 %, ajungînd la 55,5 mil. picioare cubice, iar raportul rezerve/producție a fost la sfîrșitul anului trecut de 28,5 :1.

Aceste cifre prezentate de Asociația Canadiană de petrol nu cuprind estimațiile recentelor descoperiri de petrol și gaze naturale în regiunile de frontieră din delta fluviului Mackenzie,

din insulele arctice şi în largul coastelor de est ale Canadei. Cu toate că pînă în prezent aceste rezerve nu au fost estimate, se consideră că sînt importante şi pot fi comercializate.

F o x, A.F. şi I n g r a m, L. T g. **Proiectul de exploatare a şantierului marin Forties din Marea Nordului**. În : Petroleum and Petrochemical Intern., **12.** nr. 5, mai 1972, p. 39.

Şantierul petrolifer Forties, din zona engleză a Mării Nordului, se află la 178 km de coasta Angliei în ape cu adîncimi variind între 90 şi 130 m, într-o regiune cu condiţii climatice extrem de severe. Deschiderea şantierului s-a făcut în octombrie 1970 prin sonda 21/10—1. În prezent se execută forajul de delimitare a structurii petrolifere. Între timp s-au făcut studii pentru a determina cele mai bune metode de forare şi de exploatare a şantierului.

Primele studii au determinat condiţiile climatice cele mai grele ce se pot întîlni, pe baza frecvenţei pe un interval de un secol. S-a ajuns la concluzia că valurile cele mai mari ce se pot produce sînt de 28,6 m (maxime anuale de 19,5 m) iar vînturile pot atinge viteze de 212 km/h.

S-au studiat metodele cele mai indicate de dezvoltare a şantierului : foraj, exploatare, colectare ţiţei şi calea cea mai convenabilă de evacuare a ţiţeiului spre ţărm.

Dată fiind adîncimea apelor, platformele fixe se află la limita lor de aplicabilitate, ţinînd seama şi condiţiile climatice foarte grele. S-au examinat deci două variante : 1— utilizarea a trei sau patru platforme fixe de foraj, platforme de pe care să se sape cîte un grup de sonde deviate ; 2— instalarea unei platforme centrale de foraj — extracţie, pe care să fie montate şi sistemul general de colectare şi control şi o serie de sonde individuale, săpate de pe platforme semisumersibile, cu capetele de erupţie instalate pe fundul marin, legate de platforma centrală prin conducte submarine.

Dată fiind siguranţa mai mare la realizarea forajului şi exploatarea continuă de pe platforme, în apele extrem de agitate ale Mării Nordului, a fost adoptată prima soluţie. Studiul economic a arătat că aceasta este şi soluţia cea mai convenabilă, dacă se ţine seama atît de investiţia iniţială cît şi de cheltuielile de exploatare. Platformele vor fi construite pe uscat şi aduse pe poziţie, prin flotare şi remorcare. Ele vor avea patru picioare, fiecare din ele fiind susţinute de 11 pile. Înălţimea lor totală, pentru ape de 128 m, va fi de 153 m. Pe o astfel de platformă va lucra un singur troliu de foraj, avînd rezervă de material tubular şi chimicale pentru 30 de zile. Energia necesară instalaţiilor va fi furnizată de o centrală electrică antrenată de turbine de gaze (la început alimentate cu combustibil lichid, pînă ce producţia proprie de gaze va fi suficientă). Pe platforme se vor monta pompele şi compresoarele necesare evacuării producţiei şi posibilităţii de cazare pentru 100 de muncitori. Primele două platforme sînt deja în curs de construcţie.

Pentru evacuarea ţiţeiului s-a studiat comparativ posibilitatea stocării submarine şi a încărcării în vase petroliere de la geamanduri de care se pot ancora vasele. Condiţiile climatice şi frecvenţa valurilor mari au făcut să se prefere evacuarea printr-o conductă submarină. Planurile pentru prima fază de dezvoltare a şantierului prevăd montarea a două platforme, fiecare cu 27 de sonde, putînd produce pînă la sfîrşitul anului 1975 cu un debit de 40 000 m^3/zi. (Cost : 160 mil. lire sterline). În faza a doua, cu alte două platforme, producţia se va ridica la 64 000 m^3/zi. Pentru evacuarea acestui ţiţei se va construi o conductă submarină de 32 in pînă la coastă, prelungită cu una de 36 în de la punctul de sosire la mal, la Cruden Bay, pînă la rafinăria Grangemouth şi un punct de încărcare în Firth of Forth, unde se vor putea încărca vase de 250 000 dwt.

Construcţia conductei în ape adînci de 100—128m, cu funduri în unele locuri acoperite de stînci, ridică o serie de probleme, fiind prima conductă de diametru mare pozată la aceste adîncimi. Ea va fi lansată de pe un şlep special de pozare şi va fi construită din ţevi cu grosimea de 19 mm. Conducta va fi acoperită cu un strat de ciment armat, avînd o grosime de 63 mm.

*** **Izolaţie de spumă de uretan pentru conducte marine de gaz natural lichefiat**. În : Oil Gas J. **70** nr. 16, 17, april. 1972, p. 82.

Din insula Brunei (lîngă Kalimantan) se va transporta gaz natural lichefiat (65 mil. t în decurs de 20 de ani), pentru alimentarea oraşelor japoneze Tokio şi Osaka. Gazul produs în şantiere marine este adus la ţărm pentru lichefiere, iar gazul lichefiat va fi transportat prin conducte submarine pînă la vasele metaniere ancorate în larg la geamanduri de încărcare. Aceasta se va realiza prin două conducte de 18 in × 4,2 km, din oţel anticorosiv, izolate cu un strat de 152 mm spumă de poliuretan armat prin două straturi de fibră de sticlă, totul protejat printr-un strat de epoxy armat cu fibre de sticlă. La fiecare 73 m, conductele sînt prevăzute cu compensatoare de dilataţie cu burduf, menite să preia contracţia de 10 m a conductelor la temperatura gazului lichid. Conductele sînt suportate de o estacadă depăşind cu 6 m nivelul mării. Materialul izolat este o substanţă greu combustibilă, Isonate CPR 385—2,5 din uretan suflat cu fluorură de carbon. În perioadele cînd nu se încarcă în vase, gazele lichide sînt circulate în sistem închis prin cele două conducte, menţinîndu-se la o temperatură constantă de —160°C. Factorul de izolaţie foarte mic al materialului izolant (k=0,01) face ca temperatura sa exterioară să nu difere decît cu 1°C de temperatura exterioară.

O l i v e r R. L a r r y . **Presiunea gazelor din şantiere acţionează unităţi de pompare pneumatice**. În : World Oil **174**. nr. 4 mart. 1972, p. 45.

Pe şantierul Slocum din Texas, unde se aplică un proces de stimulare prin injecţie de abur, sondele sînt pompate cu unităţi de pompare pneumatice acţionate de gazele sub presiune din şantier. Aceste unităţi derivă din unităţi acţionate cu aer comprimat, modificate în mod corespunzător.

Şantierul Slocum produce un ţiţei greu (d=0,965) de la o adîncime de 150 m. O parte dintre sonde sînt exploatate cu ajutorul unităţilor de pompare convenţionale cu balansier, cu curse de 1,22 m, cu pompe de $2^3/_4$ in şi prăjini $^3/_4$ in. La sondele pompate cu unităţi pneumatice, acestea constau din cilindri de 8 in, verticali, lungi de 3—4,5 m, echipate cu pistoane cu o secţiune de 322 cm^2, legate direct de prăjina lustruită a garniturii. Vitezele de pompare variază între 3 şi 6 cicluri/min, capacităţile unităţilor fiind de 96 m^3/zi. Gazul admis sub piston îl deplasează în sus, viteza de ridicare fiind reglată de deschiderea robinetului de admisie. La cursa descendentă se reduce presiunea diferenţială asupra pistonului pînă ce greutatea prăjinilor produce coborîrea, viteza fiind, de asemenea, reglată de deschiderea unui alt robinet. La părţile superioare şi inferioare ale cilindrului sînt prevăzute dispozitive de comandă a robinetelor, pentru a inversa în fiecare caz sensul deplasării. Pentru acţionarea unităţilor se utilizează gaze produse în şantier la presiunea de 7 at, suficientă pentru a face ca pistonul unităţii să dezvolte o forţă maximă de ridicare de 1 800 kgf. După ce şi-au executat lucrul în cilindrul pompei gazele sînt evacuate într-o reţea de colectare de joasă presiune, alimentînd cazanele care produc aburul necesar injectării în strat.

Randamentul volumetric al pompelor este redus din cauza condiţiilor grele de lucru (temperaturi ridicate). Un exemplu tipic este următorul : temperatura fluidului pompat : 63°C ; parametrii de pompare : 4,4 m × 3 cicluri/min ; producţie : ţiţei 0,96 m^3/zi ; apă 8 m^3/zi ; randament volumetric : 11,8 %.

Viteza de pompare variază în funcţie de viscozitatea ţiţeiului : la sonde reci ea este redusă la două cicluri/min, iar la cele calde ajunge la 6 cicluri/min.

*** **Conducte de transport ale petrolului din regiunea Tiumen.** În : Petroleum Press Service, **XXXIX**, nr. 5, 1972.

Prima secţiune de 818 km lungime — a conductei de transport al ţiţeiului de 4 000 km lungime şi 48' diametru care leagă regiunea Tiumen din Siberia Occidentală cu Nakhodka, localitate pe ţărmul Mării Japoniei, a fost terminată. O conductă care leagă zăcămîntul de la Tiumen la rafinăria de la Omsk este în funcţiune de cîţiva ani, iar lucrările privind partea principală a conductei spre vest va începe în acest an. Această secţiune, de 1 800 km lungime va fi racordată la reţeaua „Drujba", care merge în Polonia, în Republica Democrată Germană, în Cehoslovacia şi în Ungaria.

Secţiunea orientală a conductei care pleacă din regiunea Tiumen va deservi porţiunea orientală a Uniunii Sovietice şi Japonia. Secţiunea terminată porneşte de la Aleksandrovskoya la Anzew — Sudshensk ; s-au început încercările celei de a doua secţiuni, de 1 450 km lungime, care merge la Irkutsk , care va intra în funcţiune în cursul anului viitor. Această secţiune este paralelă cu conducta trans-siberiană centrală, dar va avea o capacitate de trei ori mai mare. Pe traseul ei va fi construită o rafinărie la Achinsk, în regiunea

Krasnoiarsk, iar capacitatea rafinăriei de la Angarsk, lîngă Irkutsk, va fi aproape dublată. Posarea unei conducte în extremul nord al Uniunii Sovietice este deosebit de greu cu toate că se pare că condiţiile ecologice nu joacă un rol atît de important ca în regiunea arctică nord-americană. Este suficient să se amintească că porţiunea din conductă care a fost terminată, după 20 de luni de lucru, trece prin regiuni mlăştinoase şi taigaua deasă şi traversează de două ori rîul Obi. Se prevede că producţia de ţiţei din vestul Siberiei va creşte de la 32 mil. t în anul 1970 (40 mil. t în anul 1971) la 120 mil. t în anul 1975 şi la 400—500 mil. t peste zece ani.

B a g w e l l U. M. şi P h i l l i p s D. R. **O metodă de a împiedica creşterea temperaturii produselor petroliere la transportul lor prin conducte de diametru mare.** În : Oil and Gaz J., **70**, nr. 16, 17, april. 1972, p. 109.

La transportul produselor petroliere la debite mari în conducte de diametru mare, se produce o ridicare a temperaturii pînă la o valoare ce se poate prevedea. Încălzirea măreşte pericolul în caz de accident, măreşte poluarea posibilă a atmosferei şi pierderile de fracţiuni volatile şi, ca atare, ea trebuie combătută.

Un astfel de fenomen s-a produs într-o conductă de 36 in a lui Colonial Pipeline Co, pe distanţa Houston Greensbore, debitul pompat a fost crescut de la 4 280 la 7 680 m^3/h prin mărirea numărului de staţii intermediare, ceea ce a dus la o creştere a temperaturii produsului pompat cu 14°C. Dat fiind faptul că la produsul pompat se adăugase propan pentru a-i mări fluiditatea, s-a produs o serie de accidente :

1) la o serie de rezervoare cu capac flotant acestea au fost basculante, uneori cu 5 m ;

2) produsul s-a revărsat peste capac ;

3) dilatarea termică a conductei a scos din căminul său o gară de curăţitoare de conductă, tensionînd periculos aceast ;

4) din cauza vaporilor formaţi debitmetrele au dat înregistrări eronate ;

5) izolaţia de bitum a conductei a fost compromisă ;

6) pierderile de vapori în rezervoare au crescut.

Încălzirea produselor în timpul pompării se datoreşte următoarelor cauze :

— randamentul subunitar al pompelor, energia pierdută în ele transformîndu-se în căldură transmisă lichidului ;

— compresiunii adiabatice a lichidului în pompe (de exemplu, petrolul lampant comprimat cu 70 at are o creştere de temperatură de 1°C) ;

— pierderile prin frecare în claviaturile staţiilor şi pe conducta propriu-zisă. Toate aceste efecte se pot calcula şi se poate prevedea energia calorică cedată fluidului pompat.

La conductele de diametru mic, deoarece raportul suprafaţa laterală la volum este avantajos, căldura este cedată solului, neproducîndu-se creşteri de temperatură a produsului, ci chiar o răcire . Astfel, într-o conductă de 8 in prin care se pompează produse cu un debit de 233,6 m^3/h, temperatura scade de la 41 la 37°C (lungime 160 km, fluidul fiind motorină). Pe o conductă de 36 in însă, pe care în condiţii similare se pompează 7 680 m^3/h, temperatura creşte de la 40,5 la 42,3°C. Pe o conductă de 36 in, lungă de 57 km, pompînd cu un debit de 4 280 m^3/h, temperatura scade cu circa 2°C, dar dacă debitul creşte la 10 280 m^3/h, se produce o încălzire de 1°C. Pe distanţe mari, pompîndu-se din pompă în pompă, creşterea de temperatură finală poate deveni mare şi produce accidentele semnalate.

Evitarea creşterii temperaturii se poate face în două moduri :

1) prin dublarea conductei pe o lungime oarecare, pentru a reduce viteza fluidului, deci, încălzirea, şi a uşura prin mărirea suprafeţei de contact evacuarea căldurii în sol ;

2) instalarea de schimbătoare de căldură care să permită răcirea produsului.

Pentru ca răcirea să fie efectivă, ea s-a făcut cu apă refrigerată păstrată într-un rezervor izolat termic (1 000 m^3), aceasta cu atît mai mult, cu cît pompările erau intermitente. Procedeul a permis şi reducerea suprafeţei de schimb a răcitoarelor. Astfel, un schimbător cu o suprafaţă de 1 390 m^2 putea răci un debit de 1 920 m^3/h produs, de la 46 la 35°C, apa încălzindu-se de la 21 la 26°C (debit 1 600 m^3/h). Răcirea apei se face prin circulaţie în turnuri de răcire cu tiraj forţat. Instalaţiile de răcire s-au amplasat în trei staţii intermediare de pompaj, fiecare echipate cu schimbătoare, însumînd 5 500m^2 suprafaţă de schimb.

* * * **Catalizator care evită poluarea aerului.** În : Pétrole informations, nr. 1 231, mai 1972.

Gulf Oil a pus la punct un nou catalizator pentru eşapamentul automobilului. Prin folosirea acestui catalizator este inutil să se mai elimine plumbul din benzină, deoarece reduce oxizii de azot în gazele de emisie fără să se creeze amoniac.

Catalizatorul funcţionează în bune condiţii în prezenţa sulfului şi cu benzine care conţin pînă la 0,5 g plumb la galon.

Catalizatorul Gulf a fost încercat timp de 1 200 h, echivalentul a 80 000 km, dar se vor mai efectua şi alte experimentări, pentru a se putea trage toate concluziile privind prevenirea poluării mediului înconjurător.

R. I. V i n g o e . **Oboseala din cauza coroziunii şi strîmbarea sînt încă o ameninţare pentru prăjinile de foraj.** În : Oil and Gaz J. **70**, nr. 15, april., 1972.

Căptuşirea cu material plastic a pereţilor interiori ai prăjinilor a redus considerabil accidentele datorate coroziunii interioare. S-a mărit însă numărul de accidente din cauza coroziunii pe suprafaţa exterioară a prăjinilor. Coroziunea este, în general iniţiată de semnele lăsate de pene în locuri unde nu pot fi polizate de frecarea de pereţii sondei.

Aceste accidente apar mai devreme cînd în gaură sînt prezente genunchiuri sau cînd se sapă găurile de diametru mare din apropiere de suprafaţă cînd prăjinile se află în compresiune.

În termeni practici :

— Prăjinile de foraj vor opera indefinit în apă dulce cînd sînt supuse la eforturi mai mici decît limita lor de anduranţă în apă dulce.

— Prăjinile de foraj se vor rupe după scurt timp cînd sînt expuse la fluide corosive dacă operează la aceleaşi nivele de eforturi. Prăjinile din oţel de înaltă rezistenţă nu sînt mai susceptibile la coroziune, dar sînt în mod normal operate la nivele de eforturi care fac posibilă apariţia coroziunii. Deasupra unui nivel de efort de 63 kgf/mm^2 se accentuează susceptibilitatea la coroziune.

Se întîmplă strîmbări de prăjini fără cauze aparente. S-a găsit că există turaţii critice pentru fiecare dimensiune de prăjini şi adîncime de gaură care face să se producă strîmbături. Cauza ar fi nodurile de vibraţii.

* * * **Tije de foraj din aluminiu.** În : Pétrole informations, nr. 1231, 1972.

În S.U.A. Societatea Reynolds Aluminium a pus la punct o tijă de forat din aluminiu, folosită în numeroase tipuri de foraje atît în America, cît şi în Alaska, Canada, America de Sud, Orientul Mijlociu şi Australia, ale cărei avantaje sînt :

— greutate mai mică decît a celor confecţionate din oţel ;

— elasticitate sporită ;

— rezistenţă la gazele corosive şi la săruri ;

— precizie şi siguranţă în exploatare mărite.

Greutatea redusă permite deplasarea rapidă pe camioane sau cu vapoarele. Instalaţiile de forare prevăzute cu astfel de tije pot fora sonde mai adînci, mărindu-se capacitatea de forare cu 50—70 %. Pe de altă parte, aluminiul fiind mai flexibil decît oţelul, tijele nu au deformaţii permanente. Corpul tijei are un coeficient de frecare mai redus decît al celor din oţel, deoarece este acoperit cu epoxi, pentru a oferi o mai mare rezistenţă la zgîriere. Fiind în întregime extrudat, corpul tijei este neted şi nu prezintă nici o imperfecţiune, ceea ce asigură o mare precizie şi siguranţă în exploatare.

* * * **Controlul sudurilor la conducte.** În : Pétrole informations, nr. 1 231, mai 1972.

Controlul sudurilor unei conducte de transportat petrol sau gaze naturale avînd un diametru de 500 mm şi o grosime a pereţilor de 8 mm, cu mijloace obişnuite, adică cu o sursă externă prin examinarea în trei poziţii la 120°, necesită circa 12 echipe, cu o sursă de 100 Cu de iridiu 192.

Qualitest a pus la punct o metodă care permite efectuarea acestei operaţii cu o singură echipă. Se utilizează un dispozitiv constituit dintr-un proiector autonom ce se poate deplasa în interiorul conductei pe o lungime de 1 km, oprindu-se în dreptul fiecărei suduri, pentru a o expune la iradiere un timp determinat.

Cu ajutorul acestui dispozitiv, o echipă din doi tehnicieni poate efectua în opt ore expunerea a 100 de clişee ale suduri-lor unei conducte de 500 mm diametru.

ȘTIRI TEHNICO-ECONOMICE

În U.R.S.S. consumul de petrol a fost de 372 mil. t în anul 1971 (cu 6,6 % mai mult decît în anul 1970), iar cel de gaze naturale de 212 miliarde m³ (cu 7,1 % mai mult decît în anul 1971).

În Franța producția de gaze naturale lichefiate a fost în anul trecut de 2 013 351 t deci cu 8,58 % mai mult decît în anul 1970.

În Australia s-a descoperit un nou zăcămînt de gaze naturale în partea de apus. Sonda Goodwyn nr. 1 a furnizat 11,4 mil. picioare cubice/zi timp de 40 de ore în cursul unei încercări efectuate la o adîncime de 9 323 și 9 340 picioare, printr-o duză de 5/8''. Testele asupra formațiunilor intermediare au confirmat prezența hidrocarburilor pe o grosime de circa 1 500 picioare. Sonda se află la 16 mile la sud-vest de sonda North Rankin nr. 1, și la 13 mile la nord-est de Rankin nr. 2. Înregistrările electrice și testele au indicat prezența unui strat de petrol de 10—12 picioare deasupra unui strat de apă care acoperă rezervorul principal de gaze naturale. Rezervele de gaze naturale descoperite pe platforma continentală de la insulele Monte Bello, pînă în Marea Timor sînt mult mai mari decît cele din strîmtoarea lui Bass în sud-est. În largul coastei de nord-est a Australiei s-au găsit, de asemenea, gaze naturale.

La Palm Valley, la 80 mile la vest de Alice Springs s-a înregistrat o producție de 69,7 mil. p.c./zi, cea mai mare din Australia. Acest zăcămînt ar putea conține pînă la 10 trilioane picioare cubice de gaze.

În Coreea de Sud a intrat în funcțiune rafinăria de la Inchon, cu o capacitate de 2,5 mil. t/an, astfel încît capacitatea de rafinare a Coreei de Sud este de circa 13 250 000 t/an. Lucrările au costat 96 mil. dolari.

În Canada, costul conductei de transport al gazelor naturale, de 2 500 mile lungime proiectată să unească versantul de nord din Alaska cu nord-vestul american ar putea fi de 5 miliarde dolari — — aproape dublu decît la prima estimare, costul studiului însuși fiind mărit de la 12 mil. dolari la circa 16 mil. dolari. Această creștere se datorează întîrzierii începerii lucrărilor, inflației eventuale și modificării proiectului. Astfel, prețul de transport pentru mia de picioare cubice de gaze naturale va fi de 0,80 —1,00 dolari care, adăugat la 20—25 cenți, va face ca prețul pe piața americană să fie comparabil cu acela al gazelor naturale lichefiate și al gazelor sintetice.

În Marea Britanie, British Petroleum a încheiat un contract în valoare de circa 15 mil. dolari cu firmele Brown and Roat și Saipem pentru pozarea unei conducte de transport al petrolului de la zăcămîntul Forties, în Marea Nordului pe coasta Scoției, la Cruden Bay. Conduicta, de 176 km lungime și de 32'' diametru va fi posată la adîncimi pînă la 120 m.

Fiecare firmă va porni de la un capăt și va fi plătită proporțional cu distanța efectuată pînă în momentul joncțiunii. Lucrările urmează să fie terminate la sfîrșitul anului viitor. În afară de aceasta se va mai construi o conductă de 210 km lungime și 36'' diametru de la Cruden Bay la rafinăria de la Grangemouth.

În Olanda, societatea Euromin a ajuns la un acord de principiu cu municipalitatea orașului Amsterdam pentru achiziția unui teren de 100 hectare pentru a construi o rafinărie cu o capacitate de 4 mil. t/an care va costa 250 mil. florini. Aprovizionarea cu țiței va fi asigurată prin conductă Nederlandse lypleiding Maatchappij care leagă Europortul de la Rotterdam cu Anvers. Această conductă cu o capacitate anuală de transport de 20 mil. t aprovizionează deja rafinăria Mobil de la Amsterdam.

În Iordania se va extinde capacitatea rafinăriei de la Zarka ; se va mări capacitatea unității de cracare catalitică ; se vor construi două unități de tratare a benzinelor și a gazelor de petrol lichefiate și un depozit pentru GPL. Lucrările vor dura un an și patru luni. În 1970 capacitatea rafinăriei a fost mărită de la 350 000 la 750 000 t/an. Lucrările au costat 9 500 000 dolari. Se proiectează, de asemenea, construirea unei instalații de lubrifianți.

În Republica Federală a Germaniei au început lucrările pentru pozarea conductei de transport al gazelor Transeuropa Saipem, a început pozarea tronsoanelor 4 și 5 din conducta proiectată pentru importul în Italia al gazelor naturale de la Groningue. Vor fi pozate conducte de 36 și 38'' diametru pe o lungime de 196 km care vor forma prima parte din conducta care traversează Republica Federală a Germaniei de la Aachen la frontiera elvețiană. Lucrările vor fi terminate la sfîrșitul anului viitor.

În Norvegia sonda 2/4—8 A × a societății Petrofina forată la o distanță de circa 14 km de Ekofisk, a dat rezultate comparabile cu cele de la Ekofisk. Rezervele zăcămîntului urmează să fie evaluate.

În Kuweit s-a obținut debite de 1 800—2 000 barile/zi de țiței la sonda Ruki nr. 1 în sud-estul țării.

În Australia, la sonda nr. 1, în Statul de sud, s-au obținut 3 200 000 — 3 950 000 picioare cubice/zi de gaze naturale între 2 725 și 2 775 m adîncime.

În S.U.A. s-a descoperit petrol în apropiere de localitatea Oxnord în California, sonda dînd un debit de 300 barile/zi de țiței de 27° API la o adîncime în 2 226 și 2 260 m și gaze naturale la 3 km la est de zăcămîntul Seabreese în Texas unde sonda de la First National Bank a dat 3 mil. picioare cubice/zi și 320 barile condensate.

În Libia s-a descoperit petrol la Bualuan, sonda forată dînd 6 000 barile/zi.

În Argentina pentru prima oară în acest an producția de țiței va depăși 25 mil. m³. În primul trimestru al acestui an producția a atins 6,35 mil. m³ (cu 7,7 % mai mult decît în aceeași perioadă a anului trecut). Producția de gaze naturale a crescut, de asemenea, cu 10 %, ajungînd la 1,3 miliarde m³.

În Egipt, Amoco a dat în producție zăcămîntul Al Razzak cu un debit de 205 000 t/an de țiței de 40° API, situat la circa 25 km sud est de El Alamein.

În Brazilia s-a inaugurat rafinăria de la Paulinia în statul Sao Paulo cu o capacitate de 6 000 000 t/an. Prin darea în funcțiune a acestei rafinării capacitatea de rafinare a Braziliei atinge 3 365 000 t/an, urmînd să ajungă la 65 000 000 t/an în anul 1980. Rafinăria de la Paulinia a costat 120 mil. dolari și este aprovizionată de la terminalul din portul Sao Sebastiano situat pe coasta Oceanului Atlantic, printr-o conductă de 24'' diametru și 230 km lungime.

În Liban au fost rafinate în anul 1971, 2 mil. t țiței producînd 631 600 t benzine superioare, 355 000 t benzine obișnuite, 217 800 t Kerosen, 342 000 t motorină, 946 700 t păcură și 243 200 t butan.

În Ungaria la sfîrșitul anului 1974 va fi terminată prima parte a conductei de transport al gazelor naturale din U.R.S.S. între Berejovo și Leninvaros. Această conductă va fi prelungită pînă la Budapesta, urmînd să aibă o capacitate de transport de 1 miliard m³/an.

În S.U.A după datele furnizate de American Gas Association, la începutul anului 1972 rezervele de gaze naturale reprezentau 7 450 miliarde m³, deci cu 4 % mai puțin decît la începutul anului 1971. Producția a atins anul trecut 592 miliarde m³, deci cu 1 % mai mult decît în anul 1970, cea mai mică creștere din 1945 și pînă în prezent. Rezervele potențiale sînt evaluate la 30 000 miliarde m³.

Revista PETROL și GAZE Redacția : București, Calea Plevnei, 139, telefon 44. 22. 60. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament : Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere telefon 49. 22. 60. Calea Plevnei 139 cont 640 301-14. Banca Națională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector 1 București. Tarif pentru întreprinderi : lei 160 anual ; tarif pentru abonamente individuale : lei 30 anual. Prețul unui exemplar lei 8. Taxele poștale plătite în numerar pe anul 1972 conform aprobării D.P.D.P. nr. 10/9416/1971.

CHIMIMPORT

exporte une gamme etendue de produits chimiques de base et intermediaires

Citons en particulier:

SUBSTANCES INORGANIQUES:

CARBURE DE CALCIUM ■ BICARBONATE DE SOUDE
CHLORURE DE CALCIUM ■ CHLORURE DE CHAUX
GEL DE SILICE ■ BICHROMATE DE SOUDE
CHLORURE D'ALUMINIUM ANHYDRE ■ SULFATE D'ALUMINIUM
OXYDE DE MAGNESIUM ■ CARBONATE DE MAGNESIUM
CHLORE LIQUEFIE

ACIDES ORGANIQUES:

ACIDE FORMIQUES ■ ACIDE OXALIQUE

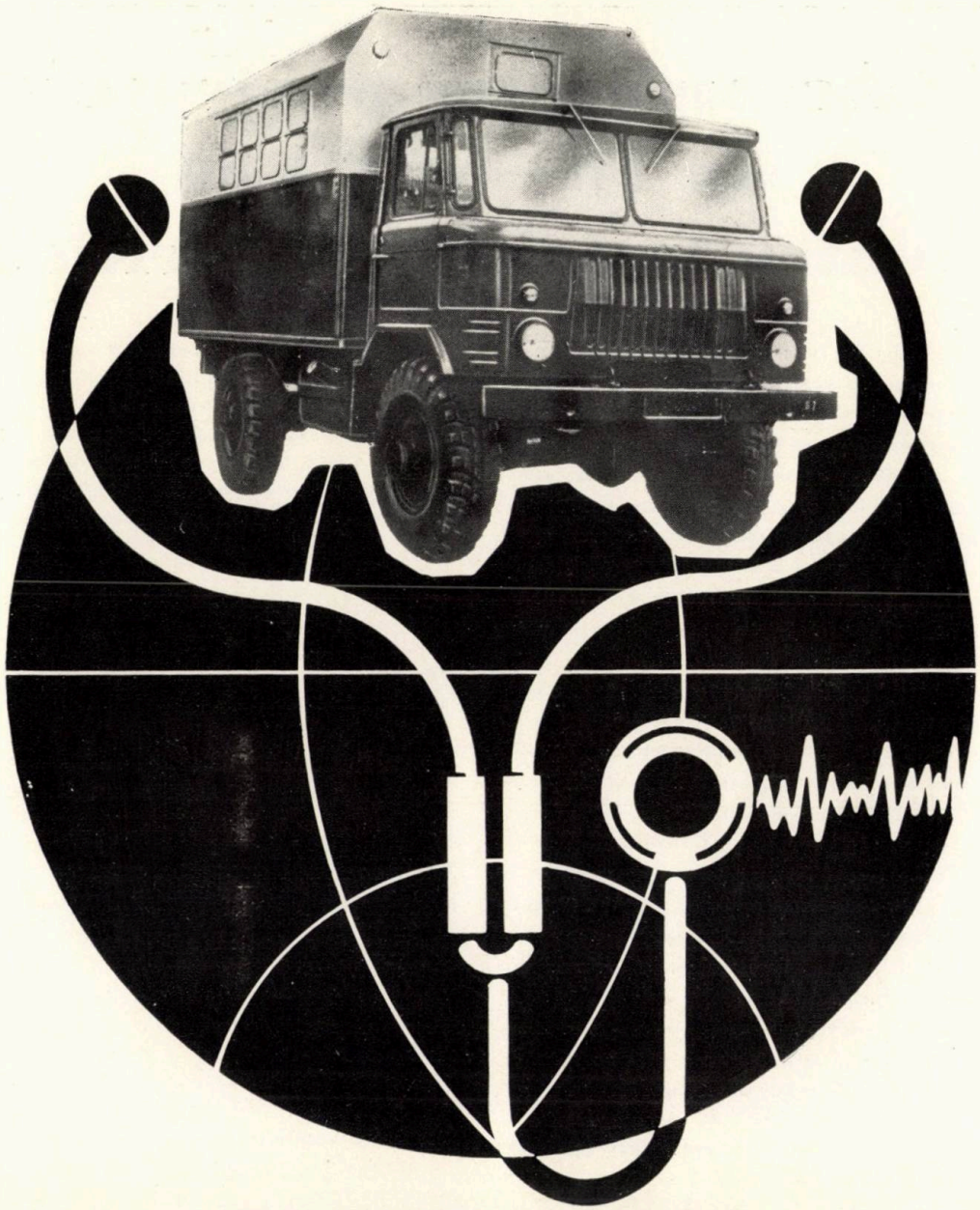
ALKYLAMINES:

MONOMETHYLAMINE ■ DIMETHYLAMINE ■ ■ TRIMETHYLAMINE
MONOETHYLAMINE ■ DIETHYLAMINE
TRIETHYLAMINE ■ ISOPROPYLAMINE

Nous vous prions de nous adresser des demandes aussi pour d'autres produits chimiques.

CHIMIMPORT BUCAREST ROUMANIE
10 Bd. Republicii, boîte postale 525
Téléphone : 16.06.36
Telex: 011184 et 011185
Télégrammes: CHIMIMPORT BUCAREST

CHIMIMPORT
BUCUREȘTI



LABORATOR MOBIL DE DIAGRAFIE AKS/L–7

Se utilizează pentru sondaje atingînd 7 000 m în următoarele operațiuni:

— diagrafie electrică
— diagrafie laterală focalizată de sondaj
— diagrafie radioactivă prin diferite metode GK, NGK, NNR—I, NNK—M
— diagrafie laterală focalizată
— diagrafie prin inducție
— diagrafie prin acustică
— microsondaj
— termometrie electrică
— diametrie
— rezistometrie
— înclinometrie
— măsuri de înclinare a stratelor

LABORATORUL MOBIL DE DIAGRAFIE AKS/L—7

— este dotat cu o sursă de alimentare unificată permițînd efectuarea de operații în sonde cu un cablu cu unul, trei și șapte conductori
— este echipat cu un aparataj complex și cu un oscilograf NO-13, cu mai multe căi ceea ce permite înregistrarea simultană a patru parametri
— înregistrează pe hîrtie foto sensibilă cu marcaj automat diagrame

LABORATORUL MOBIL DE DIAGRAFIE AKS/L—7

este montat pe un vehicul GAZ—66

14-15-42 SSSR MOSKVA 117330
MACHINOEXPORT
207 MOSKVA V-330 MACHINOEXPORT

Turbocompresor pentru etan tip TK—6 RPA 56 pentru instalaţii frigorifice

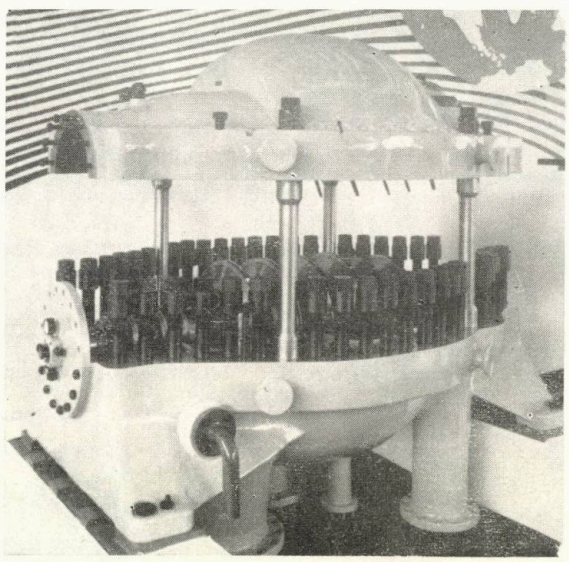
Liniile tehnologice din industria chimică reclamă într-o măsură din ce în ce mai mare livrarea de frig în cantităţi deosebite şi la diferite temperaturi.

Turbocompresorul de tipul TK-6 RPA 56 pentru instalaţiile în cascadă, funcţionînd cu etan-propan, este destinat unui astfel de scop. El lucrează pe treapta de jos a instalaţiei frigorifice avînd ca agent etan pur (C_2H_6). Turbocompresorul a fost proiectat după cele mai noi soluţii constructive. Este vorba de o maşină de concepţie modernă la care au fost aplicate cele mai noi cunoştinţe în domeniul aerodinamicii.

Turbocompresorul propriu-zis are o singură carcasă cu 6 rotoare radiale. Etanul este aspirat în două puncte : primul se află în partea de aspiraţie a celui de al 3-lea rotor, celălalt la rotorul 5. Carcasa turbocompresorului, compartimentată în plan orizontal, formează un tot unitar cu suportul lagărelor.

Turbocompresorul este acţionat de un motor electric sincron prin intermediul unui angrenaj planetar. Cuplajul dintre motor şi angrenaj se realizează printr-un ambreiaj rigid; între turbocompresor şi angrenajul planetar este intercalat un ambreiaj cu roţi dinţate. Toate elementele agregatului electromotor-transmisie şi turbocompresor sînt montate pe o placă de susţinere individuală. Sistemul de ungere şi presetupe ale agregatului formează un bloc individual de subansambluri de lubrifieri situat în subsolul halei de maşini. Întregul agregat realizează condiţiile unui regim de funcţionare continuu. Funcţionarea este automatizată. Sistemul de reglare şi comandă se efectuează pneumatic. Întregul proces de funcţionare este supravegheat şi controlat dintr-un punct de comandă.

În vederea reducerii zgomotului se foloseşte o căptuşire fonoizolatoare a turbocompresorului şi a angrenajului planetar. Conductele tubulare neizolate termic sînt prevăzute cu o izolaţie fonică. Pentru a preveni o rotaţie în sens contrar, un pericol deosebit de mare la turbocompresoarele frigorifice, agregatul este utilat cu un dispozitiv automat de protecţie împotriva rotirii în sens contrar. Funcţionarea sigură a instalaţiilor cu turbocompresoare de tip K-6 RPA 56 este o condiţie indispensabilă pentru o desfăşurare normală a anumitor tehnologii în industria petrolului şi petrochimiei care se află în plină dezvoltare.



PARAMETRII NOMINALI AI TURBOCOMPRESORULUI

Debit de aspiraţie în prima treaptă, kg/h	20 930
Presiune de aspiraţie în prima treaptă, kgf/cm² abs.	1,15
Temperatura de aspiraţie în prima treaptă, °C	— 72
Volumul postaspiraţiei în a doua treaptă, kg/h	19 170
Presiunea de aspiraţie în a 2-a treaptă, kgf/cm² abs.	2,75
Temperatura de aspiraţie în a 2-a treaptă, °C	— 57
Volumul postaspiraţiei în a3-a treaptă, kg/h	3 520
Presiunea de aspiraţie în a 3-a treaptă, kgf/cm² abs.	6,5
Temperatura de aspiraţie în a 3-a treaptă, °C	— 35
Presiunea finală, kgf/cm² abs.	10,75
Temperatura finală, °C	+ 35
Necesar de forţă la cuplajul turbocompresorului, kW	1 910
Turaţie, U/min	8 400
Antrenare printr-un electromotor cu capacitatea de, kW	2300

Debit total frigorific al turbocompresorului în prima treaptă, kW la °C
2 670 la — 84
(kcal/h) (2 300 000)
în a doua treaptă, kW la °C,
1 985 la — 67
(kcal/h) (1 170 000)

Material detaliat informativ vă poate pune la dispoziţie unicul exportator de motocompresoare frigorifice — Întreprinderea de Comerţ Exterior **PRAGOINVEST**, *Cevskomoravská 23, Praha 9, Cehoslovacia.*

MŰSZAKI KÖNYVTÁR
MAGYAR KÖZGAZDASÁGI KÖNYVTÁR ÉS DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT
1885
ORSZÁGOS

geomin

FOREIGN TRADE COMPANY ● SPLAIUL INDEPENDENȚEI 202
BUCHAREST – ROMANIA ● TELEPHONE: 13.00.94
TELEX 011263

GEOMIN ensure the development of mineral deposits by supplying complete installations operating at the world level of technology and applying techniques of high efficiency. By means of their specialized institutes and highly skilled staff they can carry out:

- geological surveys and explorations, technological research and studies in their own laboratories and pilot plants ;
- feasibility studies for different types of deposits ;
- general and working designs for mining projects and non-ferrous metalworking, as well as ancillary works (land planning, water catchment, railways and highways, power stations storehouses, accommodations for personnel etc.);
- Technical assistance and training of personnel for operating the installations supplied

GEOMIN also supply mining equipment for open cast and underground exploitations as well as the equipment and machines necessary for dressing plants and non-ferrous metallurgy.

GEOMIN also provide for the oil extractions industry:

- Synthesis studies or the appraisal of oil and gas reservoirs;
- Exploration programmes;
- Geological surveys;
- Geophysical prospecting;
- Structural drilling;
- Drilling of exploration and development wells;
- Designs, deliveries; production facilities (tank farms, pipelines etc.)

GRUPUL INDUSTRIAL DE CHIMIE RM. VÎLCEA

Produce

PRODUSE CLOROSODICE

Sodă caustică solidă (procedeul caustificare) — conținut de hidroxid de sodiu — min 98 %
Sodă caustică (procedeul electrolitic) — conținut de hidroxid de sodiu min 98 %
Sodă calcinată
Sodă caustică soluție 50% (produs electrolitic)
Sodă caustică soluție 45% (produsă prin procedeul amoniacal)
Silicat de sodiu soluție

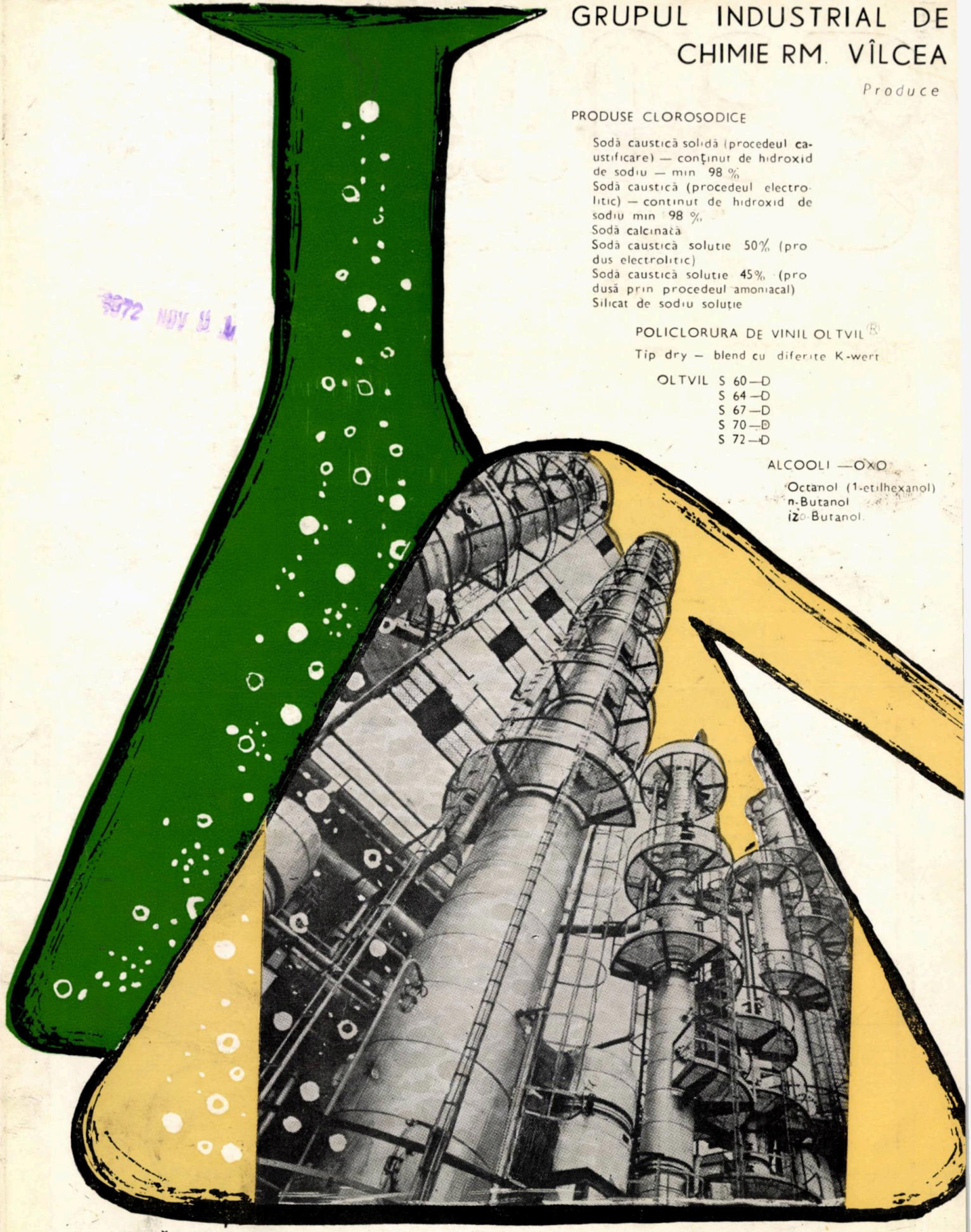
POLICLORURA DE VINIL OLTVIL®

Tip dry — blend cu diferite K-wert

OLTVIL S 60—D
S 64—D
S 67—D
S 70—D
S 72—D

ALCOOLI —OXO

Octanol (1-etilhexanol)
n-Butanol
izo-Butanol



PRODUCĂTOR:

Grupul Industrial de Chimie — Rm. Vîlcea
Rm. Vîlcea — Jud. Vîlcea
Tel.: 16 100 ◇ Telex: 018416

EXPORTATOR:

CHIMIMPORT—BUCUREȘTI
Bd. Republicii nr. 10
Telef. 16.06.36. ◇ Telex: 184—184

E1445

10
OCTOMBRIE 1972
Vol. 23, p 565—636
BUCUREȘTI
ROMÂNIA

PETROL ȘI GAZE

CHIMIMPORT

exporte une gamme etendue de produits chimiques de base et intermediaires

Citons en particulier:

SUBSTANCES INORGANIQUES:

CARBURE DE CALCIUM ■ BICARBONATE DE SOUDE
CHLORURE DE CALCIUM ■ CHLORURE DE CHAUX
GEL DE SILICE ■ BICHROMATE DE SOUDE
CHLORURE D'ALUMINIUM ANHYDRE ■ SULFATE D'ALUMINIUM
OXYDE DE MAGNESIUM ■ CARBONATE DE MAGNESIUM
CHLORE LIQUEFIE

ACIDES ORGANIQUES:

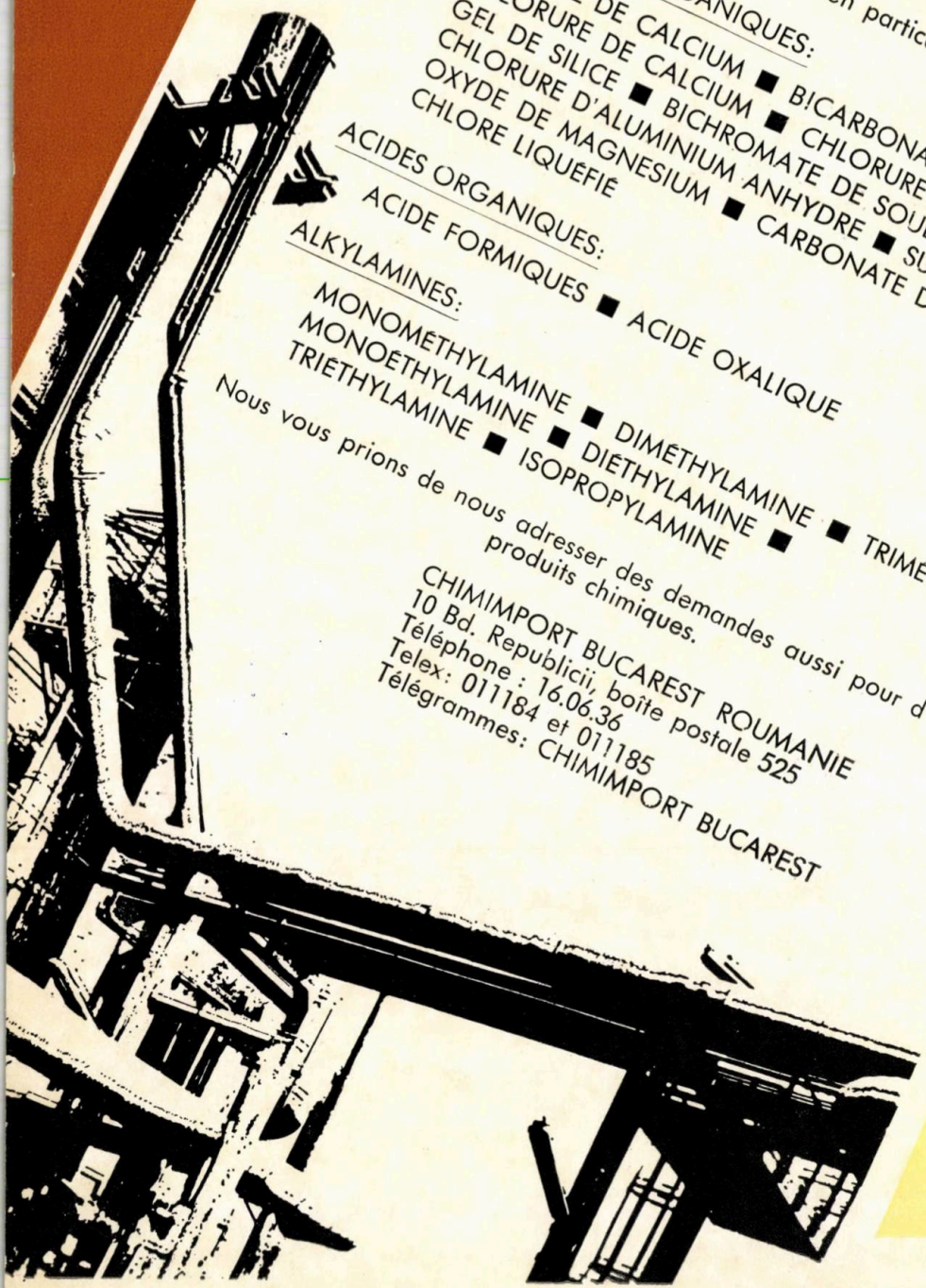
ACIDE FORMIQUES ■ ACIDE OXALIQUE

ALKYLAMINES:

MONOMETHYLAMINE ■ DIMETHYLAMINE ■ TRIMETHYLAMINE
MONOETHYLAMINE ■ DIETHYLAMINE ■
TRIETHYLAMINE ■ ISOPROPYLAMINE

Nous vous prions de nous adresser des demandes aussi pour d'autres produits chimiques.

CHIMIMPORT BUCAREST ROUMANIE
10 Bd. Republicii, boîte postale 525
Téléphone : 16.06.36
Telex: 011184 et 011185
Télégrammes: CHIMIMPORT BUCAREST



CHIMIMPORT
BUCUREȘTI

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁRES DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL INSTITUTULUI CENTRAL DE CERCETĂRI CHIMICE – BUCUREŞTI DIN MINISTERUL INDUSTRIEI CHIMICE

şi al

INSTITUTULUI DE CERCETARE ŞI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ŢIŢEI ŞI GAZE – CÎMPINA DIN MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

VOL. XXIII, Nr. 10
octombrie 1972

CUPRINS

* * * **Industria petrolieră una din cele mai importante ramuri ale economiei naţionale** 571–572

C. Lebenzon: **Conţinutul în nannoplancton calcaros al depozitelor din axul anticlinalului Ciudomir-Ardele-Măgura Bicazului de pe valea Tărcuţa (cursul superior al văii Tarcăului)** 573–575

Ş. Goilav: **Studiul densităţii matricei rocilor magazin mezozoice din platforma moesică şi utilizarea acesteia în interpretarea cantitativă a diagrafiei geofizice de sondă** 576–580

D. Ştefănescu: **Caracterizarea formaţiunilor geologice de mare permeabilitate din sonde cu ajutorul măsurătorilor electro- sau radiometrice** 581–586

I. Creţu: **Mişcări ale unui fluid binghamian** 587–593

Gorun Manolescu: **Asigurarea stabilităţii mecanice a rocilor de natură argiloasă din profilul unei găuri de sondă** 594–598

Gr. Tatu: **Caracterizarea mecanică şi reologică a rocilor în ideea folosirii rezultatelor pentru determinarea „timpului de îmbătrînire" a găurii de sondă** 599–603

C. Strătulă: **Calculul coeficienţilor de difuzie moleculară în amestecuri binare gazoase şi lichide.** 604–612

D. Dobrinescu: **Exergia fizică a fracţiunilor petroliere** 613–617

Notă tehnică 618–623

Cronică 624–626

Documentare 626–630

Informaţii tehnico-economice 630–632

Recenzii 633–634

RAFINĂRIA TELEAJEN

Str. Mihai Bravu nr. 217
Telefon: 10700

Produce
pentru export:

- uleiuri pentru motoare auto, în diverse sortimente și nivele de aditivare:
  SAE 10 W; SAE 10 W/30;
  SAE 20 W; SAE 20W/40;
  SAE 30; SAE 40 și SAE 50
- uleiuri pentru locomotive Diesel în sortimentele:
  DS 30
  DS 40
- Uleiuri pentru angrenaje auto:
  SAE 80 — EP
  SAE 90 — EP
  SAE 140 —EP

RAFINĂRIA TELEAJEN

Centrala industrială
pentru prelucrarea țițeiului
PLOIEȘTI
Telex: 019 275
Telefon: 10 500

CONTENTS

* * * Editorial 571—572

C. Lebenzon: **The Calcareous Nannoplancton of the Deposit from the Anticlinal Axle Ciudomir-Ardele-Măgura Bicazului from Tărcuța Valley (the Upper Course of Tarcău Valley)** 573—575

Ş. Goilav: **A Study of the Density of Mezozoic Reservoir Rock Matrix in the Moesian Platform and Its Use in the Quantitative Interpretation of the Well Geophysical Diagraphy** 576—580

D. Ştefănescu: **The Characterization of the Geological Formations of High Permeability in Wells by Means of Electro- or Radiometric Measurements** 581—586

I. Creţu: **Movements of a Binghamian Fluid** 587—593

Gorun Manolescu: **Ensuring the Mechanical Stability of the Rocks of a Clayey Nature in the Profile of a Borehole** 594—598

Gr. Tatu: **A Mechanical and Rheological Characterization of the Rocks in the Idea of Using the Results for Determining the „Ageing Time" of a Borehole** 599—603

C. Strătulă: **The Calculus of Molecular Diffusion Coefficients in Gaseous and Liquid Binary Mixtures** 604—612

D. Dobrinescu: **The Physical Exergy of Oil Fractions** 613—617

Ş. Goilav: **A Study of the Density of Mesozoic Reservoir Rock Matrix in the Moesian Platform and Its Use in the Quantitative Interpretation of the Well Geophysical Diagraphy**

The paper presents the statistical distribution of the matrix density by geological areas and stratigraphical levels as well as an example of its utilization as an identification criterion of the lithology on a site from the Moesian Platform.

The importance and utility of studying and considering this parameter for all the geological areas and stratigraphic levels exploited in this country are then discussed.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 10, p. 576
D.C. 551.76

D. Ştefănescu: **The Characterization of the Geological Formations of High Permeability in Wells by Means of Electro- or Radiometric Measurements**

The results obtained by introducing a new technique for characterizing the highly permeable geological formations in the wells are given.

By the electro- or radiometric measurements carried out for the purpose mentioned one determines the hydrostatic and hydrodynamic levels in the wells thus allowing to establish the influx flows, the flowing type and the absorbing geological formations.

The technique can also be used in other works of control character or aiming at obtaining certain information from underground.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 10, p. 581
D.C. 550.835

I. Creţu: **Movements of a Binghamian Fluid**

The way of solving the differential equations of the laminary movement of a binghamian fluid by tubes or by the annular space is pointed out as well as the ways of calculating the pressure drop or the flow.

Starting from the solutions obtained by the laminary movement nonassociated or associated with the plug movement, in tube or the annular space, the author explains the way of determining by calculus the rigorous value of the pressure drop.

Some examples for illustrating the calculus of pressure drop in the case of the laminary movement with or without plug are also given.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 10, p. 587
D.C. 532.517.2

C. Strătulă: **The Calculus of Molecular Diffusion Coefficients in Gaseous and Liquid Binary Mixtures**

The diffusion coeficient represents a particularly important magnitude in the mass transfer between the phases. Most calculus relations of the mass transfer processes (calculus of the transfer unit, calculus of the individual and global transfer coefficients) therefore contain the diffusion coefficients of the components which constitute the system.

Since the obtention of diffusion coefficients by experimental way is difficult, the aim of the present paper is to present the most important calculus relations and methods of these coefficients.

It results from the literature data as well as from the examples presented that the values obtained by calculus are in good agreement with the experimental ones with the exception of the nonideal liquid binaries for which no reliable relation or method so far exists for calculating the diffusion coefficients at different concentrations.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 10, p. 604
D.C. 541.123.2:532.72

D. Dobrinescu: **The Physical Exergy of Oil Fractions**

The paper firstly contains some general considerations concerning the physical exergy of a fluid flux (definition, relation, utility). Some characteristic relations are then established which allow to calculate the specific physical exergy of the oil fractions in liquid or vapour phase with sufficient accuracy as a function of the data presently available in the relevant literature. The general relation cannot be applied due to the lack, first of all, of the entropies specific to the oil fractions.

Numerical examples are then given in order to explain the application method of the relation established.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 10, p. 613
D.C. 665.6

СОДЕРЖАНИЕ

* * * Передовая статья 571—572

К. Лебензон: **Содержание известнякового наннопланктона в отложениях из оси антиклиналя Чудомир-Арделе-Мэгура Биказулуй из Валя Тэркуца (верхнее течение р. Тэркэу)** 573—575

Ш. Гойлав: **Изучение плотности матрицы мезозойских пород коллекторов из Мезийской платформы и ее применение в качественной интерпретации геофизической диографии скважин** 576—580

Д. Штефэнеску: **Характеристика геологических формаций большой проницаемости из скважин при помощи электро-или радиометрических измерений** 581—586

И. Крецу: **Движения Бингамианового флюида** 587—593

Горун Манолеску: **Обеспечение механической стабильности пород глинистого происхождения из профиля ствола скважины** 594—598

Гр. Тату: **Механическая и реологическая характеристика пород с намерением применения результатов для определения „времени старения" ствола скважины** 599—603

К. Стрэтулэ: **Расчет коэффициентов молекулярной диффузии в бинарных газовых и жидких смесях** 604—612

Д. Добринеску: **Физическая эксергия нефтяных фракций** 613—617

Ш. Гойлав: **Изучение плотности матрицы мезозойских пород коллекторов из Мезийской платформы и ее применение в качественной интерпретации геофизической диаграфии скважин.**

В работе приводятся статистические распределения плотности матрицы по геологическим площадям и по стратиграфическим уровням, а также пример ее применения в качестве критерия по идентификации литологии на промысле из Мезийской платформы. Далее указывают на значение и пользу изучения и принятия во внимание этого параметра для всех геологических площадей и стратиграфических уровней эксплуатируемых в стране

Petrol şi Gaze **23**, 1972, nr. 10 p. 576
Д.К. 551,73

Д. Штефэнеску: **Характеристика геологических формаций большой проницаемости из скважин при помощи электро-или радио-метрических измерений**

В работе приводятся результаты лолученные после внедрения нового способа охарактеризования геологических формаций с большой проницаемостью в скважинах. При помощи электро-или радио-метрических измерений проведенных с данной целью, определяются гидростатические и гидродинамические уровни в скважинах на основание которых устанавливаются дебиты притока, тип течения и поглощающие геологические формации. Этот способ можно применять и в других контрольных работах или в работах по сбору ряда подземных информаций.

Petrol şi Gaze **23**, 1972, nr. 10, p. 581
Д.К. 550.835

И. Крецу: **Движения Бингамианового флюида**

В работе приводится решение дифференциальных уравнений ламинарного течения бингамианового флюида по трубам или через кольцевое пространство, указывая на способы расчета падения давления или дебита.

Исходя из решений полученных для необъединенного ламинарного движения или для объединенного с пробковым, в трубе или в кольцевом пространстве, излагается определение путем расчета точной величины падения давления. Приводятся также несколько показательных примеров по расчету падения давления в случае ламинарного движения с пробкой или без пробки.

Petrol şi Gaze **23**, 1972, nr. 10, p. 587
Д.К. 532.517.2

К. Стрэтулэ: **Расчет коэффициентов молекулярной диффузии в бинарных газовых и жидких смесях.**

Коэффициент диффузии предста вляет собой особо важную величину в массопередаче между фазами. Поэтому у большинства расчетных отношений процессов массопередач (расчет передаточной единицы, расчет индивидуальных и общих коэффициентов массопередачи) имеются коэффициенты диффузии компонент которые составляют систему. Учитывая что получение коэффициента диффузии опытным путем затруднительно, настоящая работа пытается представить самые главные отношения и методы расчета этих коэффициентов. Из литературных данных, а также из приведенных примеров выходит что величины полученные расчетом соответствуют опытным величинам, за исключением бинарных неидеальных жидкостей, где еще до сих пор не существует какое либо отношение или точный метод по расчету коэффициентов диффузии при различных концентрациях.

Petrol şi Gaze **23**, 1972, nr. 10, p. 604
Д.К. 541.123.2:532.72

Д. Добринеску: **Физическая эксергия нефтяных фракций.**

В этой работе приводятся первоначально ряд обобщений относительно физической эксергии флюидного потока: определение, отношение и польза. Затем устанавливаются характерные отношения которые позволяют расчитать удельную физическую эксергию нефтяных погонов, в жидкой фазе или в фазе пара, с достаточной точностью, в зависимости от данных имеющихся в специальной литературе, в настоящее время. Общее отношение не может быть применимо из за отсутствия в первую очередь, удельных энтропий нефтяных погонов. В конце поясняется на числовом примере методика применения установленных отношений.

Petrol şi Gaze **23**, 1972, nr. 10, p. 613
Д.К. 665.5

INHALT

* * * **Leitartikel** 571—572

C. Lebenzon: **Gehalt an kalkhaltigem Nannoplankton in den Lagerstätten der Sattelachse Ciudamir-Ardele-Măgura Bicazului im Tărcuța-Tal (Oberlauf des Tărcău-Tals)** 573—575

S. Goilav: **Untersuchung der Matrixdichte mesozoischer Speichergesteine in der Moesischen Plattform und deren Anwendung bei der quantitativen Auswertung der geophysikalischen Sondendiagrapie** 576—580

D. Ștefănescu: **Kennzeichnung geologischer Formationen mit grosser Permeabilität in den Sonden mit Hilfe elektrischer oder radiometrischer Messungen** 581—586

I. Crețu: **Bewegungen eines Bingham-Fluids** 587—593

Gorun Manolescu: **Gewährleistung der mechanischen Stabilität des tonartigen Gesteins im Profil eines Bohrlochs** 594—598

Gr. Tatu: **Mechanische und rheologische Kennzeichnung der Gesteine im Hinblick auf die Auswertung der Ergebnisse bei der Bestimmung der „Alterungsdauer" des Bohrlochs** 599—603

C. Stratulă: **Berechnung der Koeffizienten der Molekularstreuung in gasförmigen und flüssigen binären Gemischen** 604—612

D. Dobrinescu: **Physikalische Exergie der Rohölfraktionen** 613—617

S. Goilav: **Untersuchung der Matrixdichte mesozoischer Speichergesteine in der Moesischen Plattform und deren Anwendung bei der quantitativen Auswertung der geophysischen Sondendiagraphie**

Es wird die statistische Verteilung der Matrixdichte geologischer Flächen und stratigraphischer Schichten dargelegt und ein Anwendungsbeispiel dieser Grösse als Kriterium für die Auswertung der Lithologie auf einer Bohrstelle der moesischen Plattform gegeben.

Fortfahrend wird auf die Bedeutung und Nützlichkeit der Untersuchung und Anwendung dieses Parameters für alle geologischen Flächen und stratigraphischen Schichten die in Rumänien ausgebeutet werden, hingewiesen.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 10, p. 576
D.K. 551.76

D. Ștefănescu: **Kennzeichnung geologischer Formationen mit grosser Permeabilität in den Sonden mit Hilfe elektrischer oder radiometrischer Messungen**

Der Verfasser beschreibt die Ergebnisse der Einführung eines neuen Verfahrens zur Kennzeichnung geologischer Formationen mit grosser Permeabilität in den Sonden.

Durch elektrische oder radiometrische Messungen werden, in dieser Hinsicht hydrometrische und hydrodynamische Aufsatzhöhen in den Sonden bestimmt, auf deren Grundlage die Influxmenge, die Strömungsweise und die saugfähigen geologischen Formationen bestimmt werden.

Das Verfahren kann auch bei anderen Überprüfungsarbeiten oder der Ermittlung gewisser Daten über Zustände unter Tag angewandt werden.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 10, p. 581
D.K. 550.835

I. Crețu: **Bewegungen eines Bingham-Fluids**

Die Differentialgleichungen der wirbelfreien Bewegung eines Bingham-Fluids durch Röhren oder im Ringraum wird gelöst und die Berechnungsweise des Druck-oder Leistungsabfalls dargelegt.

Der Verfasser geht von den — für die wirbelfreie Bewegung, verbunden oder nicht verbunden mit der Spundbewegung, im Rohr oder im Ringraum — erzielten Lösungen aus und beschreibt die Berechnungsweise des genauen Werts des Druckabfalls.

Ferner werden einige erläuternde Beispiel für die Berechnung des Druckabfalls im Falle der wirbelfreien Bewegung, mit und ohne Spund angeführt.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 10, p. 587
D.K. 532.517.2

C. Strătulă: **Berechnung der Koeffizienten der Molekularstreuung in gasförmigen und flüssigen binären Gemischen**

Der Streuungskoeffzient stellt eine Grösse von besonderer Bedeutung in der Massenübertragung zwischen den Phasen dar. Aus diesem Grunde enthält der Grossteil der Berechnungsbeziehungen für die Prozesse der Massenübertragung (Berechung der Übertragungseinheiten, Berechnung der einzelnen oder der Gesamtheit der Koeffizienten der Massenübertragung) auch Streuungskoeffizienten der Bestandteile dieses Systems.

Da die Streuungskoeffizienten auf experimentellem Weg nur schwer ermittelt werden können, versucht der Verfasser die wichtigsten Beziehungen und Methoden für die Berechnung dieser Koeffizienten darzulegen.

Aus Daten der Fachliteratur wie auch aus den angeführten Beispielen geht hervor, dass die errechneten Werte mit den experimentell ermittelten Werten weitgehend übereinstimmen, mit Ausnahme der nichtidealen binären Flüssigkeiten, für die es bisher keine sichere Berechnungsbeziehung oder-methode der Streuungskoeffizienten bei verschiedener Konzentration gab.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 10, p. 604
D.K. 541.123.2:532.72

D. Dobrinescu: **Physikalische Exergie der Rohölfraktionen**

Eigehend werden allgemeine Daten über die physikalische Exergie einer Fluidströmung — Definition, Beziehung und Nützlichkeit — dargelegt. Sodann werden charakteristische Beziehungen festgelegt, die eine Berechnung der spezifischen physikalischen Exergie der Rohölfraktionen in flüssiger oder Dampfphase, mit genügender Genauigkeit, im Verhältnis zu den in der Fachliteratur enthalteten Daten ermöglichen. Eine allgemeine Beziehung kann, vor allem infolge des Fehlens der spezifischen Entropien der Erdölfraktionen, nicht angewandt werden.

Abschliessend wird an einem Berechnungsbeispiel die Anwendung der festgelegten Beziehungen veranschaulicht.

Petrol și Gaze, **23**, 1972, nr. 10, p. 613
D.K. 665.6

SOMMAIRE

* * * **Editorial** 571—572

C. Lebenzon: **La teneur en nannoplancton calcareux des dépôts de l'axe de l'anticlinal Ciudomir-Ardele-Măgura Bicazului de la Vallée Tărcuța (cours supérieur de la Vallée du Tarcău)** 573—575

Ş. Goilav: **Etude de la densité de la matrice des roches magasin mésozoïques de la Plate-forme mésique et l'utilisation de celle-ci dans l'interprétation quantitative de la diagraphie géophysique de sonde** 576—580

D. Ştefănescu: **Caractérisation des formations géologiques à grande perméabilité des sondes à l'aide des mesurages électro-ou radiométriques** 581—586

I. Creţu **Mouvements d'un fluide binghamien** 587—593

Gorun Manolescu: **L'assurance de la stabilité mécanique des roches de nature argileuse du profil d'un trou de sonde** 594—598

Gr. Tatu: **La caractérisation mécanique et rhéologique des roches dans l'idée de l'utilisation des résultats pour déterminer le „temps de vieillissement" du trou de sonde** 599—603

C. Strătulă: **Le calcul des coefficients de diffusion moléculaire dans des mélanges binaires gazeux et liquides** 604—612

D. Dobrinescu: **L'exergie physique des fractions pétrolières.** 613—617

Ş. Goilav: **Etude de la densité de la matrice des roches magasin mésozoïques de la Plate-forme mésique et l'utilisation de celle-ci dans l'interprétation quantitative de la diagraphie géophysique de sonde.**

On présente des distributions statistiques de la densité de la matrice par aires géologiques et niveaux stratigraphiques, ainsi qu'un exemple de l'utilisation de celle-ci comme critère d'identification de la lithologie sur un chantier de la Plate-forme mésique.

On fait ensuite des considérations sur l'importance et l'utilité de l'étude et de la prise en considération de ce paramètre pour toutes les aires géologiques et les niveaux stratigraphiques exploités dans notre pays.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 10 p. 576
C,D, 551.76

D. Ştefănescu: **Caractérisation des formations géologiques à grande perméabilité des sondes à l'aide des mesurages électro-ou radiométriques.**

L'article fournit les résultats obtenus par l'introduction d'un nouveau procédé de caractérisation des formations géologique à grande perméabilité des sondes. Par les mesurages électro-ou radiométriques effectués à cet effet, on détermine les niveaux hydrostatiques et hydrodynamiques des sondes sur la base desquels on établit les débits d'influx, le type d'écoulement et les formations géologiques absorbantes.

Le procédé peut aussi être utilisé dans d'autres travaux de contrôle ou visant à procurer certaines informations concernant le souterrain. —

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 10 p, 581
C.D. 550.835

I. Creţu: **Mouvements d'un fluide binghamien**

L'article présente la solution des équations différentielles du mouvement laminaire d'un fluide binghamien par des tubes ou par l'espace annulaire et indique les modalités de calculer la chute de pression ou du débit.

En partant des solutions obtenues par le mouvement laminaire non associé ou associé au mouvement bouchon dans le tube ou l'espace annulaire, on expose la détermination par le calcul de la valeur rigoureuse de la chute de pression.

On présente également quelques exemples pour illustrer la chute de pression dans le cas du mouvement laminaire avec ou sans bouchon.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972 nr. 10, p. 587
C.D. 532.517.2

C. Strătulă: **Le calcul des coefficients de diffusion moléculaire dans des mélanges binaires gazeux et liquides.**

Le coefficient de diffusion représente une grandeur particulièrement importante dans le transfert de masse entre phases. De ce fait, la plupart des relations de calcul des processus de transfert de masse (calcul de l'unité de transfert, calcul des coefficients individuels et globaux de transfert de masse) contiennent les coefficients de diffusion des composantes qui constituent le système.

Etant donné que l'obtention des coefficients de diffusion par voie expérimentale est difficile, le présent ouvrage s'est efforcé de présenter les principales relations et méthodes de calcul de ces coefficients.

Il ressort des données fournies par la littérature, ainsi que des exemples présentés, que les valeurs obtenues par calcul sont en bonne concordance avec les valeurs expérimentales à l'exception des binaires liquides non idéaux où il n'existe jusqu'à présent aucune relation ou méthode de calcul sûres des coefficients de diffusion à différentes concentrations.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972 nr. 10 p. 604
C.D. 541.123.2:532.72

D. Dobrinescu **L'exergie physique des fractions pétrolières.**

On présente au début quelques considérations générales sur l'exergie physique d'un flux de fluide (définition, relation, utilité). On établit ensuite des relations caractéristiques permettant de calculer, de façon suffisamment exacte, l'exergie physique spécifique des fractions pétrolières, en phase liquide on en phase de vapeurs, en fonction des données fournies actuellement par la littérature de spécialité. La relation générale ne peut pas être appliquée, à cause, tout d'abord, de l'absence des entropies spécifiques des fractions pétrolières.

La partie finale contient des exemples numériques sur la méthode d'application des relations établies.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972. nr, 10 p, 613
C.D. 665.6

Industria petrolieră una din cele mai importante ramuri ale economiei naţionale

A intrat în tradiţia poporului nostru ca în fiecare an să se sărbătorească „Ziua petrolistului", expresia înaltei preţuiri acordată în ţara noastră harnicilor petrolişti, care prin munca plină de abnegaţie extrag şi valorifică ţiţeiul şi gazele naturale, contribuind alături de întregul popor la întărirea şi dezvoltarea economiei socialiste. Cu acest prilej se face bilanţul marilor înfăptuiri din zilele noastre şi totodată este evocat trecutul plin de fapte glorioase în muncă, pentru a extrage din subsol „aurul negru", şi de luptă în decursul timpului pentru pîine şi dreptate socială.

Se împlinesc 115 ani de cînd la Rîfov, lîngă Ploieşti, a început să funcţioneze prima rafinărie de petrol lampant a lui Theodor Mehedinţeanu. Tot în 1857, Bucureştiul a devenit primul oraş din lume iluminat cu petrol lampant, iar România prima ţară din lume în care s-a înregistrat oficial o producţie industrială de ţiţei, desigur mică pe măsura dezvoltării industriale în acel timp, de 275 tone. Aceste evenimente marchează naşterea industriei de petrol din România.

În peste un veac de existenţă industria românească de petrol a acumulat o mare varietate de evenimente : perioada heenelor, erupţii libere, primele rafinării rudimentare, acapararea bogăţiilor petroliere de către trusturile străine, glorioasele lupte ale petroliştilor din 1933, refacerea industriei petroliere, în special a rafinăriilor după bombardamentele din cel de al 2-lea război mondial, naţionalizarea exploatărilor de petrol şi gaze şi a rafinăriilor, dezvoltarea şi modernizarea acestei importante ramuri industriale în anii puterii populare.

Începînd cu prima evocare festivă a faptelor din schele şi rafinării, an de an, realizările au fost tot mai fructuoase, mai pline de evenimente care aşează industria noastră de petrol pe o linie ascendentă de dezvoltare.

Cea de a 15-a sărbătorire a „Zilei petrolistului" are loc în condiţiile avîntului general care a cuprins întregul nostru popor pentru înfăptuirea planului cincinal înainte de termen. Ritmul susţinut de muncă, bogata activitate creatoare din toate sectoarele de activitate sînt mărturii ale efortului susţinut pentru realizarea acestui important obiectiv.

Cercetătorii din domeniul cercetărilor geologice şi geofizice, al forajului sondelor şi exploatării zăcămintelor de ţiţei şi gaze, se ocupă în principal de elaborarea unor tehnologii tot mai perfecţionate de lucru, de îmbunătăţirea metodelor existente şi elaborarea de noi metode privind descoperirea de rezerve de petrol şi gaze, forajul sondelor, punerea în producţie a sondelor şi punerea în valoare a zăcămintelor noi descoperite, mărirea productivităţii muncii, combaterea coroziunii echipamentului de adîncime şi de suprafaţă a sondelor şi de perfecţionarea metodelor de liftarea ţiţeiului, de mărire a factorului final de recuperare.

În domeniul forajului sondelor, activitatea de cercetare urmăreşte îmbunătăţirea indicatorilor de foraj, experimentîndu-se cu rezultate satisfăcătoare optimizarea regimului de foraj şi aplicarea metodelor moderne de săpare cum ar fi, forajul cu jet, foraj cu sape cu diamante, folosirea de fluide de foraj speciale şi altele. Eficienţa economică ridicată a forajuiui cu jet face ca această metodă să fie extinsă în continuare, astfel încît în anul 1975 ponderea forajului cu jet să reprezinte peste 55% din volumul total de foraj. În acest fel va spori viteza mecanică, va creşte metrajul pe sapă, se va reduce preţul de cost pe metrul forat.

În raport cu caracterizările formaţiunilor geologice au fost concepute noi construcţii de sonde, au fost asimilate noi tipuri de burlane de tubaj, noi tipodimensiuni de sape, de carotiere, de prăjini grele, de stabilizatori pentru garnituri de foraj.

În scopul realizării parametrilor tehnologici de foraj, corespunzător condiţiilor de presiune şi temperatură ridicată, s-au elaborat aditivi noi pentru fluidele de foraj care dau posibilitatea realizării forajului de mare adîncime.

O activitate intensă se desfăşoară în direcţia creşterii factorului de recuperare a ţiţeiului din zăcăminte. Studierea şi aplicarea unor metode moderne de injecţie de fluide în stratele petrolifere a dus la creşterea rezervelor recuperabile de ţiţei, prin sporirea factorului de recuperare. Asigurarea recuperării sporite a ţiţeiului, precum şi realizarea unui preţ de cost cît mai scăzut, constituie scopul principal al activităţii de cercetare în domeniul exploatării zăcămintelor de hidrocarburi din R.S. România.

Colaborarea dintre cercetare şi producţie, în acest domeniu, contribuie la asigurarea unei eficienţe sporite a noilor procese şi metode de extracţie. De asemenea, se intensifică utilizarea metodei de menţinere a presiunii de zăcămînt la valori cu puţin inferioare presiunii de saturaţie, metodă aplicată cu mult succes de petroliştii de la Boldeşti, ceea ce face ca factorul de recuperare să crească simţitor.

Prin aplicarea metodelor moderne de exploatare a zăcămintelor de ţiţei, în ţara noastră se obţin creşteri importante ale productivităţii muncii, respectiv creşterea producţiei, precum şi reducerea timpului de recuperare a investiţiilor. Toate acestea pot fi exemplificate cu mărturii concrete obţinute în cinstea „Zilei petrolistului" etapă a marii întreceri socialiste desfăşurată în întîmpinarea celei de a 25-a aniversări a Republicii.

Prin utilizarea mai bună a instalaţiilor moderne de foraj de construcţie românească şi extinderea forajului în regim optim, procedeu care asigură o viteză sporită de lucru, sondorii din întreprinderile de foraj au reuşit să sape în opt luni din acest an, peste prevederi, mai mult de 54 000 m. Cele mai mari depăşiri la planul de foraj au fost înregistrate de sondorii Grupului industrial de foraj şi extractie a ţiţeiului-Bucureşti, care au săpat, peste prevederi, 18 sonde. O remarcă deosebită pentru colectivul întreprinderii de foraj din Craiova, care, cu aproape patru luni înainte de termen a depăşit angajamentele anuale luate în întrecerea socialistă. Planul fizic la foraj pe 9 luni a fost depăşit aici cu peste 5 600 metri, viteza de foraj a crescut simţitor în această perioadă. Subliniem, de asemenea, preocuparea petroliştilor craioveni pentru studiile privind organizarea ştiinţifică a producţiei şi a muncii. Ei aplică metoda drumului critic la cielul de montaj al instalaţiilor tip 2 DH şi LD prin care se reduce timpul de montaj cu 2—4 zile, micşorează timpul de săpare a sondelor prin scurtarea timpului auxiliar după tubarea coloanelor tehnice, metodă folosită la trei sonde şi care urmează să fie extinsă în viitor.

Sub deviza „Cincinalul înainte de termen" au prins viață avîntate chemări la întrecere, s-au înregistrat adevărate recorduri de producție. Menționăm chemarea lansată de sondorii din brigada lui Ion Dîrlău, una din cele mai bune formații de lucru ale Unității de foraj din Moinești, recomandată de performanțele obținute în reducerea timpului neproductiv și creșterea vitezei de foraj.

Petroliștii Grupului industrial pentru forajul și extracția țițeiului-Ploiești au obținut, în opt luni din acest an, o producție suplimentară în valoare de peste 10 milioane lei. Întregul spor se datorește creșterii productivității muncii, ca urmare a perfecționării organizării producției și a muncii, aplicării unor valoroase studii care au dus la generalizarea metodelor de înaltă eficiență în forajul și extracția țițeiului. Schelele Boldești și Cîmpina și Întreprinderea de foraj-Ploiești se mențin mereu în fruntea întrecerii socialiste, realizînd cea mai mare parte din angajamentele anuale.

Sub îndemnul „Sondele să producă mai mult și mai bine" petroliștii Schelei de extracție Moinești au realizat însemnate depășiri de plan la țiței, gazolină și gaze. Totodată, printr-o mai bună valorificare a rezervelor interne, prin folosirea rațională a instalațiilor, sculelor și materialelor, productivitatea muncii a crescut simțitor în schelă obținîndu-se economii importante la prețul de cost.

La Grupul industrial de foraj-extracție țiței din Moinești se aplică cu succes metode moderne de exploatare secundară. În prezent, pe specialiștii de aici îi preocupă creșterea randamentului sondelor cu debite mici, precum și aplicarea unor noi procedee capabile să asigure factori de recuperare superiori.

Un minunat prilej de evidențiere a înfăptuirilor o constituie „Ziua petroliștilor" și pentru colectivele de muncă din unitățile de prelucrare a țițeiului.

Dezvoltarea economiei naționale prevăzută în actualul cincinal determină o creștere a necesarului de produse petroliere de aproape 1,5 ori în 1975 față de 1970. Pentru satisfacerea acestei cerințe, rafinorii depun eforturi susținute în direcția prelucrării în condiții cît mai eficiente a țițeiului, fără pierderi. Totodată, sînt în curs lucrări de investiții pentru punere în funcțiune a noi instalații de prelucrare perfecționate.

Unul din obiectivele de bază ale ramurii prelucrării țițeiului în actualul cincinal îl constituie valorificarea superioară a tuturor hidrocarburilor, prevăzîndu-se în acest sens ca în anul 1975 să se obțină dintr-o tonă de țiței supusă prelucrării o producție comercializată cu 2% mai mare față de ceea ce se realizează în prezent.

Ținînd seama de faptul că noile capacități ce urmează a fi puse în funcțiune în următorii ani cuprinde instalații moderne de cracare catalitică, se tinde ca în totalul producției de benzine aproximativ 80% să fie de calitate superioară, respectiv cu cifra octanică de 90 și peste 90. Această îmbunătățire a structurii producției de benzine reprezintă, la nivelul anului 1975, o valoare superioară cu 35—40 milioane lei, la aceeași cantitate de țiței prelucrat.

În ceea ce privește diversificarea producției se pot cita exemple concrete. Printre produsele noi, obținute în ultimul timp, se numără uleiurile cu utilizări speciale în diverse ramuri industriale, unsorile consistente cu caracteristici superioare destinate construcției de mașini și aditivii pentru uleiurile lubrifiante. S-a lărgit gama sortimentelor de uleiuri superioare pentru motoare de diferite tipuri, uleiuri necesare industriei de anvelope și fabricării unor auxiliari pentru industria textilă. S-au produs, de asemenea, uleiuri frigorifice și uleiuri pentru impregnarea cablurilor electrice.

Realizările obținute pînă acum, înfăptuirea obiectivelor de perspectivă, se înscriu în marele efort colectiv pentru înfăptuirea planului cincinal înainte de termen. Pe graficele întrecerii socialiste pentru cinstirea „Zilei petrolistului" și în întîmpinarea zilei de 30 Decembrie, colectivele din rafinării înscriu fapte valoroase. Planul producției globale pe 8 luni din acest an la Centrala industrială pentru prelucrarea țițeiului din Ploiești a fost depășit cu 41 milioane lei, iar la producția marfă cu 42 milioane lei. S-au obținut suplimentar mai bine de 150 000 tone de benzine, uleiuri minerale, motorine, petroluri și alte derivate de țiței. Cu aceste rezultate, petroliștii din rafinării au îndeplinit încă de la începutul lunii septembrie angajamentele asumate în cinstea celei de a 25-a aniversări a Republicii. Întregul spor de producție s-a obținut prin creșterea productivității muncii, indice care a atins nivelul prevăzut pentru finele anului în curs.

Amintind aceste frumoase realizări, cu prilejul „Zilei petrolistului" se cuvine să scoatem în evidență prestigiul de care se bucură peste hotare instalațiile petroliere produse în țară, precum și activitatea sondorilor și rafinorilor români.

România ocupă locul al treilea în lume în ceea ce privește producția de utilaj petrolier și locul al doilea ca volum al exportului, aproape 30 de țări din patru continente beneficiind de produsele purtînd marca „UPETROM". Recorduri de adîncime la foraj s-au obținut cu instalații 4 DH 315 în R.D. Germană și cu 3 DH 200 A în Argentina. Menționăm, de asemenea, că instalațiile românești de foraj F 200, 2 DH și preventorul de erupție triplu, au fost medaliate cu aur la Tîrgul internațional de la Leipzig.

Utilizînd instalații petroliere de înaltă tehnicitate, fabricate în uzinele noastre, specialiștii români au pus în valoare zăcăminte de țiței și gaze în numeroase țări ale lumii. În același timp România s-a făcut cunoscută prin livrarea la export a unor rafinării complete, a unor instalații și utilaje pentru prelucrarea țițeiului fabricate în țară, precum și prin acordarea de asistență tehnică la montajul acestora în diverse țări. Este bine cunoscută în această privință activitatea încununată cu succes a petroliștilor români în India, R.D. Germană și Pakistan.

Cu prilejul „Zilei petrolistului" muncitorii, inginerii și tehnicienii din întreprinderile de prospecțiuni de foraj, din schelele de extracția țițeiului și gazelor și din rafinării, își reînoiesc angajamentul de a munci cu entuziasm, de a nu precupeți nici un efort pentru înfăptuirea deplină a marelui țel ce stă în fața întregului nostru popor: realizarea cincinalului înainte de termen!

Conţinutul în nannoplancton calcaros al depozitelor din axul anticlinalului Ciudomir-Ardele-Măgura Bicazului de pe valea Tărcuţa (cursul superior al văii Tarcăului)

C. Lebenzon

Obiectul studiului de faţă îl face analiza conţinutului specific în nannoplancton calcaros identificat în proba nr. 33 Tărcuţa, colectată din depozitele ce constituie, pe valea cu acelaşi nume, axul anticlinalului Ciudomir-Ardele-Măgura Bicazului.

Deşi colectată în cadrul unui profil mai larg, care a făcut de acum obiectul unei comunicări, conţinutul în nannoplancton, cu totul specific, identificat în această probă, precum şi poziţia structurală deosebită pe care o au depozitele din care a fost colectată, necesită o tratare aparte a acestei probleme.

Din punct de vedere litologic, depozitele din care a fost recoltată proba nr. 33 Tărcuţa sînt constituite din marne şi argile cenuşii verzui, în pachete de grosimi pînă la 2 m, cu intercalaţii de gresii de Tarcău, dure şi cu bobul mai fin, ce constituie bancuri pînă la 1 m şi de gresii fine, cenuşii albăstrui, în plăci centimetrice, cu calcit pe feţele de stratificaţie.

Depozitele ce alcătuiesc această succesiune litologică suportă bancuri masive de gresii de Tarcău, ce se dezvoltă în această zonă, în deschidere continuă.

Pînă la deschiderea amintită, plasată în zona de ax, flancul estic al acestui anticlinal este constituit din gresii masive de Tarcău cu două intercalaţii de argile roşii şi verzi din care au fost recoltate probele 31 şi 32 Tărcuţa (fig. 1).

Pe celălalt flanc al anticlinalului (vestic) nu mai pot fi identificate aceste niveluri de argile roşii şi verzi, grosimea depozitelor ce constituie acest flanc fiind, în general, mult mai redusă, faţă de flancul estic.

Toate aceste considerente, precum şi înclinarea foarte mare a depozitelor din axul acestei cute, duc la concluzia că avem de-a face cu un anticlinal faliat în ax.

Din această zonă axială a fost colectată proba nr. 33 Tărcuţa.

Conţinutul în nannoplancton al acestei probe este complet diferit de cel al probelor colectate din ambele flancuri ale anticlinalului amintit şi a permis identificarea unei asociaţii specifice, constituită din 16 specii (tabela 1).

O primă observaţie care se impune ca urmare a studiului acestei asociaţii, este aceea că speciile identificate aparţin în totalitate cre-

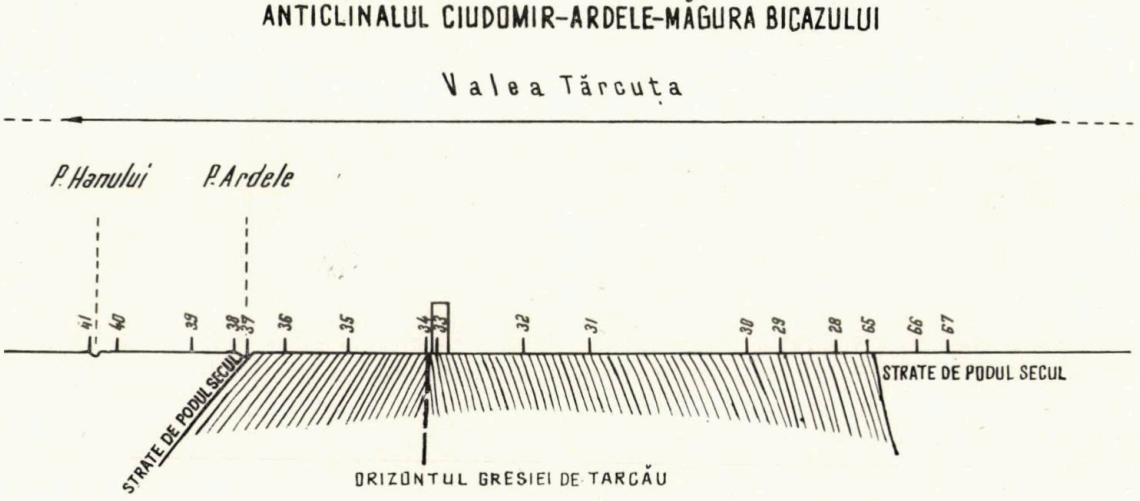


Fig. 1. Profil schematic cu amplasamentul probei nr. 33 Tărcuţa.

Aceste strate sînt aproape verticale şi constituie zona axială a unui anticlinal, denumit în lucrări anterioare, anticlinalul Ciudomir-Ardele-Măgura Bicazului*.

*Carol Lebenzon, Dicea, O. Cercetări geologice în regiunea Ghimeş-Asău (1959). Arh. Ministerului Petrolului.

TABELA 1

Speciile de nannoplancton identificate în proba nr. 33 Tărcuța

Ahmuellerella cf. octoradiata (Gorka)	r
Cretarhabdus crenulatus Bram. & Martini	r
Arkhangelskiella cymbiformis Vekshina	m
Cretarhbdus? pseudontophorus Bram. & Martini	r
Cribrosphaerella ehrenbergi (Arkhangelsky)	r
Deflandrius cretaceus (Arkhangelsky)	m
Deflandrius intercisus (Deflandre)	r
Deflandrius spinosus Bram. & Martini	r
Eiffellithus turriseiffeli (Deflandre)	r
Microrhabdulus cf. decoratus Deflandre	r
Micula staurophora (Gardet)	f
Tetralithus murus Martini	r
Watznaueria barnesae (Black)	r
Lucianorhabdus cayeuxi Deflandre	r
Arkhangelskiella obliqa Stradner	r
Tetralithus sp.	r

r = rar, m = moderat, f = frecvent, e = erupție.

taciculuí, lipsind cu desăvîrșire speciile *caracteristice paleogenului.*

Prezența în această asociație a speciilor *Arkhangelskiella cymbiformis Vekshina*, *Deflandrius cretaceus* (*Arkhangelsky*), *Deflandrius spinosus Bram. & Martini*, *Micula staurophora* (*Gardet*) și, în special, identificarea speciei caracteristice *Tetralithus murus Martini*, cu exemplare bine conservate, indică apartenența acestor depozite la maastrichtianul terminal (Zona *Tetralithus murus*).

În afara semnificației ei stratigrafice deosebite este foarte important de menționat că prin această asociație specifică de nannoplancton se pune în evidență pentru prima oară, la această paralelă, zona cu *Tetralithus murus*, zona respectivă fiind identificată pînă acum, numai în maastrichtianul cel mai superior, neboreal, din Franța, Austria, Tunisia, Trinidad și S.U.A. (Arkansas).

Asociația specifică acestei zone (tabela 1) cu formele caracteristice indicate anterior, poate fi paralelizată cu cea a zonei *Abathomphalus mayaroensis* a zonării de foraminifere (*Worsley & Martini* 1970).

Prezența în exclusivitate a speciilor caracteristice pentru maastrichtianul terminal, în proba respectivă, atestă fără dubii existența depozitelor de această vîrstă în axul anticlinalului Ciudomir-Ardele-Măgura Bicazului din valea Tărcuța, identificîndu-se astfel, pentru prima oară, cretacicul superior în regiunea studiată.

Dacă se iau în considerație și o serie de date de ordin regional, se constată că axul acestui anticlinal poate fi urmărit spre nord, în valea Bicazului, unde reprezintă ca și în valea Tărcuța, prima cută de paleogen la est de linia Audia. Această cută, denumită aici anticlinalul Găvanu, poate fi urmărită și mai la nord, pînă la dispariția ei sub încălecarea șisturilor negre, în valea Izvorul Muntelui (fig. 2).

În „Geologia Carpaților Orientali" I. Băncilă (1958) menționează că în axul acestui anticlinal, puternic strîns între gresiile eocene, apare strivit cretacicul superior (stratele cu inocerami).

Și ca direcție de dezvoltare și ca mod de apariție, aceste depozite pot fi deci corelate

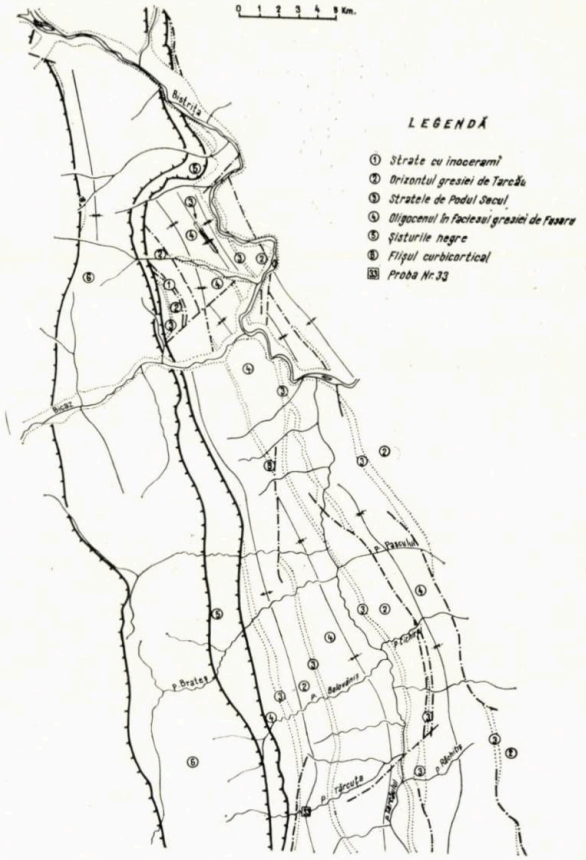


Fig. 2. Harta geologică schematică a regiunii Bicaz-Tărcuța.

cu cele identificate în această lucrare, pe baza analizelor de nannoplancton, ca aparținînd cretacicului superior, în valea Tărcuța.

Aceste observații privind o zonă imediat vecină regiunii studiate concordă deci, cu rezultatele obținute prin studiile de nannoplancton. Aceste studii precizează în plus pe baze biostratigrafice sigure, cărui nivel stratigrafic al cretacicului aparțin depozitele din axul anticlinalului amintit.

Se conturează astfel posibilitatea ca prin această nouă metodă de analiză microscopică să se poată determina în amănunt zonele de maximă ridicare ale acestei cute anticlinale (constituită din depozite cretacice) și acolo, unde acest lucru nu este posibil, numai prin mijloacele cartării geologice.

Urmează ca studiile care vor fi făcute în viitor, corelate cu date geologice suplimentare să precizeze, dacă depozitele maastrichtian superioare caracterizate prin asociația specifică de nannofloră amintită anterior, fac parte in-

tegrantă din baza orizontului gresiei de Tarcău, care este adusă la zi pe falia axială descrisă anterior, sau dacă avem de a face cu un sistem de două falii, prin intermediul cărora, strivit între depozitele eocene, iese la suprafață cretacicul superior.

Prezența în asociația de nannoplancton identificată în proba nr. 33 Tărcuța și a unor exemplare izolate de *Arkhangelskiella obliqa Stradner* și *Lucianorhabdus cayeuxi Deflandre*, caracteristice pentru maastrichtianul inferior și campanian, pare să confirme de altfel existența în această zonă a uneia sau a mai multor falii, prin intermediul cărora sînt aduse la zi nivelurile chiar mai profunde ale senonianului.

BIBLIOGRAFIE

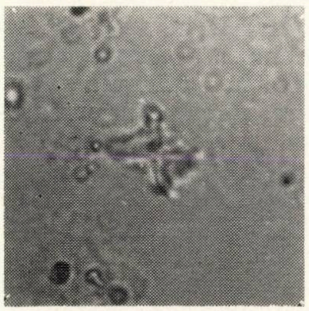
Băncilă, I. Geologia Carpaților Orientali, București, Ed. științifică, 1958.

Bramlette, M. N., Martini, E. The great change in calcareous nannoplankton fossils between the Maestrichtian and Danian. Micropaleontology, **10**, nr. 3, 1964.

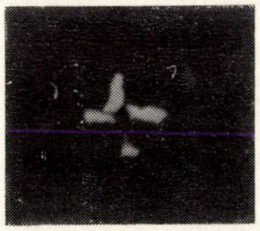
Martini, E., Lebenzon, C. Nannoplankton — Untersuchungen in oberen Tal des Tarcău (Ostkarpaten, Rumänien) und stratigraphische Ergebnisse Stuttgart, 1971.

Worsley, T., Martini, E. Late Maestrichtian nannoplankton provincens. Nature, **225**, nr. 5239, London, 1970.

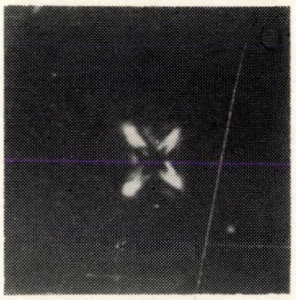
PLANȘA 1



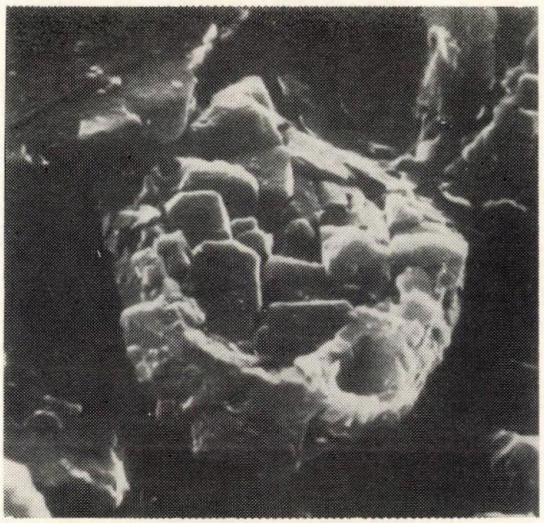
1



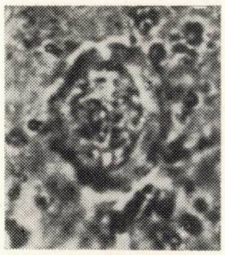
3



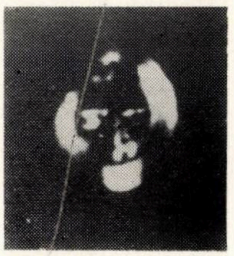
2



4



5



6

7

8

9

1. *Micula staurophora* (Gardet) NII; (0°): ×2 000; 33 Tărcuța; 2. *Micula staurophora* (Gardet) N+; (0°); ×2 000; 33 Tărcuța; (maastricht.); 3 *Tetralithus murus Martini* N+; (0°); ×2 000; 33 Tărcuța; 4. *Archangelskiella cimbiformis Vekshina* Electromicrofoto. Nr. 71; × 9 000; 33 Tărcuța; 5. *Arhangelskiella cimbiformis Vekshina* NII; × 2 000; 33 Tărcuța 6. *Archangelskiella cimbiformis Vekshina* N+; ×2 000; 33 Tărcuța; 7. *Lucianorhabdus cayeuxi Defladre* NII; ×2 000; 33 Tărcuța; 8. *Lucianorhabdus cayeuxi Deflandre* N + ; × 2 000; 33 Tărcuța; 9. *Arkhangelskiella obliqua Stradner* N + ; × 2 000; 33 Tărcuța.

Electromicrofotografiile s-au executat la microscopul electronic al laboratorului de geologie de la Muzeul de Istorie naturală din Paris.

Studiul densității matricei rocilor magazin mezozoice din platforma moesică și utilizarea acesteia în interpretarea cantitativă a diagrafiei geofizice de sondă

Ș. Goilav

Precizia și complexitatea măsurătorilor geofizice de sondă conferă acesteia atributele unei discipline cantitative care, urmărită cu atenție și pricepere, permite evaluarea proprietăților rocilor cercetate.

În cursul aplicării procedeelor de prelucrare și interpretare a datelor diagrafice este indispensabilă asocierea acestora cu informațiile geologice existente.

Unele evaluări neconcludente, datorate în principal dificultăților întîmpinate în corelarea datelor geofizice cu cele calitative din domeniul geologiei, au sugerat utilitatea luării în considerare a unui parametru petrofizic pînă acum nefolosit la noi, anume densitatea matricei rocilor poros permeabile.

Observațiile și concluziile care vor fi expuse în continuare în această problemă se adresează unui domeniu foarte restrîns al evaluării cantitative, anume la cel aplicat în cazul rocilor magazin „curate", înțelegîndu-se prin aceasta rocile poros permeabile al căror conținut în solide electric conductoare (argile, marne etc.) este sub 10%.

Densitatea părții solide a rocilor poros permeabile este elementul de bază al interpretării cantitative a carotajului de densitate (gama-gama). În absența unei aparaturi corespunzătoare importanța acestui parametru poate trece neobservată.

Cea mai importantă sursă de informații pentru stabilirea caracterului rocilor colectoare inclusiv a densității o constituie analizarea, cît mai completă și din toate punctele de vedere a probelor de teren aduse la suprafață.

Acestea sînt supuse, fie unei analize geologice în cadrul căreia se determină și densitatea globală relativă față de apă, fie unei analize petrofizice mai complexe prin care se determină, deși incomplet definită în buletinele de analiză, „densitatea matricei" adică a părții solide a rocii (granulă, cristal, ciment etc). Cele două determinări de densitate diferă în mod evident. Prin densitate globală se determină densitatea volumului brut al rocilor poros permeabile care cuprinde atît materialul constituent al părții solide, cît și un număr variabil de pori, în general uscați. Prin analizele de densitate a matricei, dimpotrivă, se determină densitatea părții solide a rocii, deci o mărire legată de constituția scheletului solid, indiferent de numărul de pori.

Faptul că simultan s-a dispus de date privind densitatea globală și densitatea matricei, a permis să se stabilească în mod evident că determinarea de laborator a densității globale nu are nici o utilitate în evaluarea proprietăților rocilor colectoare, pe cînd informația privind densitatea matricei, se dovedește deosebit de importantă devenind cea mai prețioasă legătură între informația geologică și corecția geofizică de litologie.

Cu toate că materialul de care s-a dispus nu provine din analize de mare precizie, ci din cele de tehnică curentă (trei cifre semnificative), s-a putut obține o ordonare a informațiilor și a imaginii asupra rocilor colectoare mezozoice de o utilitate spectaculoasă.

În figura 1 *a* se prezintă imaginea statistică a unui număr de 409 determinări de densitate obținute din buletinele de analiză ale colectoarelor de vîrstă mezozoică provenite din sondele investigate geofizic complex.

Distribuția arată trei maxime evidente pentru valorile 2,63, 2,71 și 2,83. Aparent, pentru un observator neavizat, jocul mic al valorilor (8,9%)

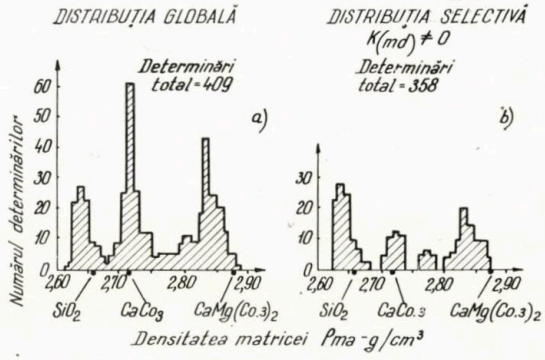


Fig. 1. Analiza statistică a determinărilor obținute din toate buletinele de analiză a tuturor rocilor colectoare de vîrstă mezozoică din sondele investigate geofizic complex.

poate părea nesemnificativ. Important este însă faptul că maximele definesc cei trei componenți mineralogici preponderenți în formațiunile studiate, anume silice (2,65), calcit (2,71) și dolomit (2,87), conform indicațiilor din figură.

Este de reținut faptul că cele 14 sonde din care provine materialul prezentat acoperă o arie geologo-geografică considerabilă. La un

prim examen macroscopic executat pe șantier, probele analizate au fost considerate roci posibil colectoare. Analiza petrofizică ulterioară a definit ca roci permeabile numai un număr de 358 probe. Figura 1 *b* reprezintă distribuția densităților numai pentru probele cu permeabilitate K_{mD} măsurabilă (diferită de zero). Față de figura 1 *a* se remarcă numărul foarte mic de calcare permeabile și numărul mare de gresii permeabile. Atît figura 1 *a* cît și 1 *b* arată o surprinzătoare corespondență a valorilor determinate pentru calcit și abateri spre valori de densitate mai mici la silice și dolomit. Atribuim aceste diferențe imposibilității saturării în laborator a unui număr redus de canale subcapilare, de unde ar rezulta, ca o caracteristică a colectoarelor cu compoziție predominantă calcit, prezența unui număr procentual mai mic, de canalicule subcapilare, fapt justificabil și din punct de vedere geologic. Se știe că prin modificarea structurii inițiale (dolomitizare, recristalizare etc.), interspațiile dintre cristalele de calcit se măresc. Se mai știe, de asemenea, că modificările în cazul nisipurilor (cimentare, trasare etc.), cît și în cazul dolomitelor (dedolomitizare) duc la reducerea dimensiunilor spațiilor intergranulare sau intercristaline.

Rezultatul acestui studiu de ansamblu a condus la necesitea adîncirii observațiilor asupra zonelor în care s-a obținut țiței din mezozoic.

Studiile de detaliu efectuate se referă la cretacic inferior, productiv pe suprafețe mari și la o structură productivă din dogger, triasic și permo-triasic.

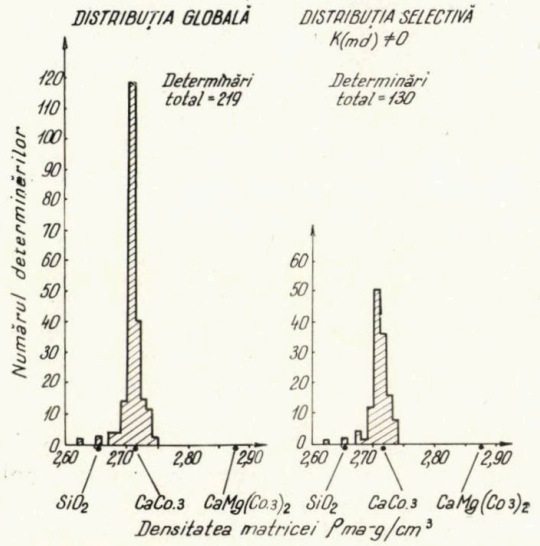


Fig. 2. Analiza statistică a tuturor determinărilor executate în cursul unui an pentru cretacic inferior.

În figura 2 se prezintă grafic rezultatul primului studiu de detaliu în care s-au analizat statistic toate determinările de densitate în matrice, executate în cursul unui an pentru probele de teren recoltate din cretacic inferior. Se observă un număr redus de probe de densitate diferită de a calcarelor pure, care provin în general din partea estică a platformei moesice, reprezentate de gresii și nisipuri glauconitice, și un număr impresionant de roci carbonatice de densitate apropiată de calcit care provin, în general, din partea vestică a platformei.

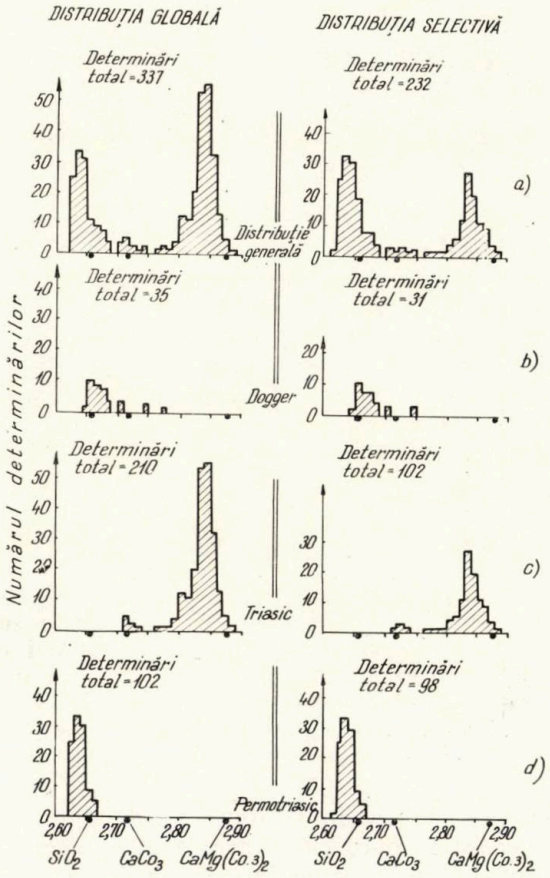


Fig. 3. Distribuția statistică a densității carotelor extrase dintr-un șantier din platforma moesică.

În figura 3 se prezintă un studiu de detaliu care se referă la o singură structură, în care s-a analizat distribuția statistică a densităților tuturor carotelor extrase de la deschiderea șantierului pînă la data întocmirii studiului. În partea stîngă a figurii se prezintă distribuția globală, iar în partea dreaptă distribuția selectivă a eșantioanelor cu permeabilitate măsurabilă.

În afară de localizarea zonală (3 *a*) s-a mai făcut o detaliere urmărindu-se și nivelurile stratigrafice : dogger (3 *b*), triasic (3 *c*) și permotriasic (3 *d*).

Se remarcă distribuții extrem de caracteristice pentru nivelurile studiate, corelabile cu procentajele de carbonați. Permotriasicul este predominant silicios ($d = 2{,}63$), triasicul este dolomitic ($d = 2{,}84$) iar doggerul este grezos-calcaros ($d = 2{,}66$).

Aceste treceri foarte caracteristice de la o valoare de densitate la alta au impus studii și

mai detaliate care au putut fi făcute numai pentru triasic și permotriasic unde s-a dispus de carotaje mecanice continue cu recuperaj excepțional.

Figura 4 ilustrează un detaliu de mare precizie în care sînt reprezentate variațiile continui cu adîncimea ale densității și conținutului de

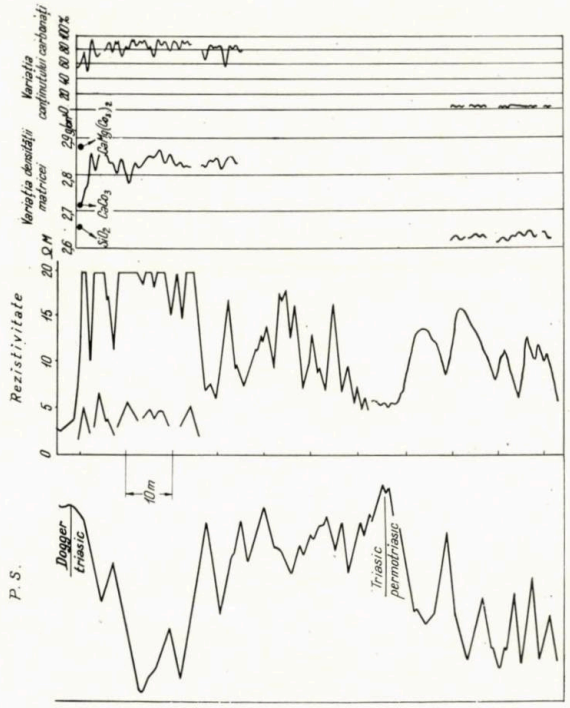


Fig. 4. Profil al variației densității matricei și conținutului de carbonați în funcție de adîncime.

carbonat de calciu la două sonde din aceeași structură la care s-au carotat și analizat continuu (4 determinări/m) triasicul și permotriasicul.

Acest studiu permite evidențierea prezenței unor roci magazin „curate" de componență mineralogică diferită, definite cantitativ prin valorile de densitate, care pînă acum au fost considerate din punct de vedere geofizic, global, drept roci calcaroase.

Prin corelarea porozităților provenite din analize de carote cu răspunsul carotajelor de porozitare s-au putut stabili corecții precise pentru aparaturile de carotaj radioactiv și carotaj acustic schimbîndu-se optica interpretării.

Analizarea figurii 4 permite diferențierea evidentă a matricei rocilor colectoare triasice și permotriasice : anume conținutul în carbonat de calciu în jur de 90 % pentru triasic scade la sub 2 % în permotriasic în timp ce densitatea matricei la rîndul ei scade de la 2,84 la 2,63, valori foarte apropiate de dolomit pur (2,87) și silice pură (2,65). Deosebit de interesant mai apare capacul seriei triasice pentru care valorile de densitate scad spre valoarea 2,71 corespunzînd calcitei. Acest calcar provenit din dedolomitizarea dolomitului primar, devenit impermeabil în capac prin obturarea porilor cu calcită depusă secundar, pare să fi jucat un rol important de ecran protector al zăcămîntului respectiv. Lacuna de sedimentare (lipsa formațiunilor liasice) indică o perioadă de exondare a dolomitelor triasice, timp în care au suferit zonal o puternică eroziune [1], urmată de dedolomitizarea respectivă, acțiune ce scade progresiv pe verticală în jos sub contactul Doggertriasic. Se mai remarcă faptul că în analizarea distribuției densităților pentru triasic (fig. 3*c*) în afara numărului mare de densități predominant dolomitice se mai pune în evidență un număr relativ mic de densități caracteristice calcitei (2,71). Toate aceste determinări sînt legate de capacul seriei triasice care trebuie să fie caracterizat drept calcar.

Pe un singur șantier există deci în interval vertical relativ redus 150—200 m, variații extreme în densitatea matricei rocilor colectoare, în timp ce pe întreg șantierul sau pe întreaga platformă moesică, un anumit nivel stratigrafic este extrem de monoton și în esență parametrul studiat corelat cu conținutul în carbonat de calciu, caracterizează univoc cantitativ tipul de colector.

Cunoașterea densității matricei caracteristică colectoarelor anumitor niveluri stratigrafice permite corectarea efectului de litologie asupra carotajelor de porozitate.

O metodă ideală de determinare a porozității ar trebui să răspundă numai la anumite proprietăți ale spațiului poros, fără să fie influențată de natura matricei. Tehnica actuală nu oferă încă pe plan mondial și la scară industrială o astfel de metodă. Se fac însă eforturi în această direcție și pentru viitor sînt de așteptat rezultate interesante. Carotajul de relaxare magnetică nucleară (N.M.L. nuclear magnetic log) care este în mod preponderent influențat de fluidul liber aflat în spațiul poros va da răspuns acestei probleme, în măsura în care vor fi puse la punct aparatura și metodele de corecție.

În prezent pe plan mondial se dispune de trei carotaje de porozitate, carotajul densității formațiunilor (gama-gama), carotajul acustic și carotajul neutronic.

Toate aceste metode de porozitate se adresează, în momentul măsurătorii, unui volum global compus atît din pori, cît și din schelet solid, și sînt sensibil influențate de natura celui din urmă. În această situație o interpretare cantitativă de porozitate nu poate fi făcută fără cunoașterea naturii scheletului solid, pentru care s-a introdus anterior noțiunea de matrice. Influența matricei asupra răspunsului carotajului acustic se corectează prin alegerea de viteze caracteristice. Aceste corecții sînt comune oricărui tip de aparatură de carotaj acus-

tic, deoarece parametrul măsurat, şi anume viteza de propagare a undelor compresionale, este un parametru fizic universal valabil. În cazul carotajului neutronic situaţia este mai complicată, deoarece nu se măsoară un parametru fizic precis definit, ci modul în care neutronii emişi de un anumit tip de sursă avînd o anumită energie sînt încetiniţi prin ciocniri cu nucleele elementelor prezente în mediul cuprins între sursa ce emite neutroni şi detectorii de radiaţii. În funcţie de natura sursei, tipul de detector, distanţa sursă detector, diametrul de gaură, densitatea sau salinitatea noroiului variază şi răspunsul aparatelor. Acestea au fost calibrate însă în termeni de porozitate aparentă pentru calcare într-o sondă artificială etalon.

La litologii diferite de cea a puţului de calibrare, răspunsul aparatelor suferă influenţe hotărîtoare.

În această situaţie cînd lipsesc informaţii precise asupra litologiei, interpretarea carotajului radioactiv este nesigură.

Pe baza observaţiilor făcute asupra ordonării specifice a densităţii matricei pentru mezozoic, s-a încercat utilizarea acestui criteriu în definirea litologiei. Este de altfel foarte logic ca un parametru petrofizic să poată ordona imaginile, pînă în prezent confuze, asupra alcătuirii rocilor colectoare, cel puţin din punctul de vedere al naturii matricei.

Pentru carotaj acustic, s-au ales viteze de matrice în funcţie de densitate conform indicaţiilor din literatură [2] prezentate în figura

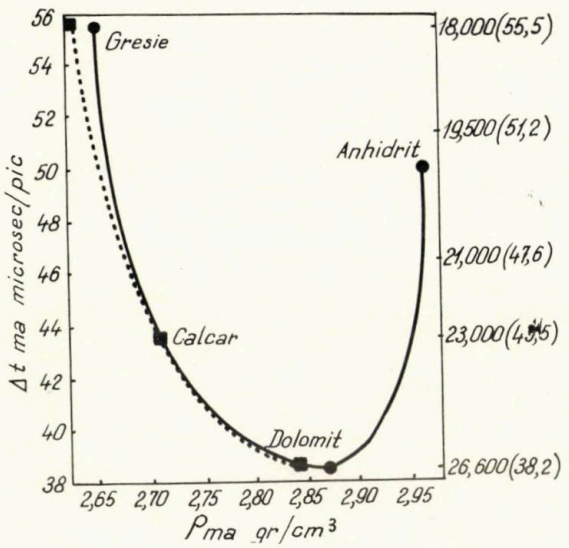


Fig. 5. Grafic pentru determinarea vitezei de matrice în funcţie de densitatea matricei.

5, folosindu-se curba uşor corectată, punctat, conform valorilor de densitate determinate la noi. Evaluările de porozitate făcute astfel, spre deosebire de cele din trecut au dus la o apropiere spectaculoasă a porozităţilor determinate prin carotaj acustic cu cele măsurate direct pe probe de rocă.

Pentru carotaj radioactiv, nedispunîndu-se de abace de corecţie cu densitatea pentru aparatura în dotare, s-a construit o abacă prin corelarea porozităţii determinate în laborator cu diagrafia obţinută în sondă (fig. 6) care diferă

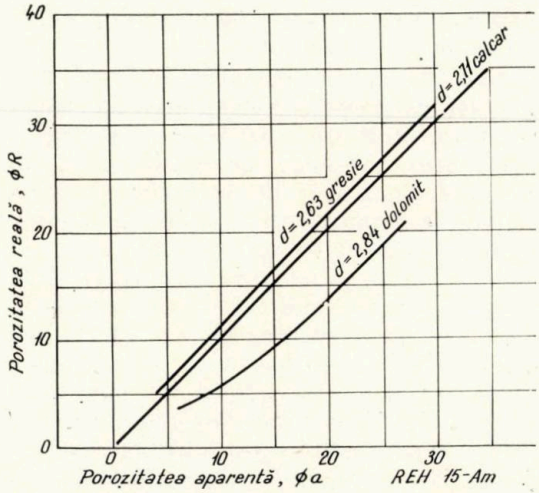


Fig. 6. Grafic pentru corectarea porozităţii determinate prin carotaj radioactiv în funcţie de densitatea matricei.

de abacele din literatură [3] pentru aparaturi similare dar se apropie foarte mult de abacele indicate de [4] pentru aparatul cu patină SNP.

Conform abacei se remarcă corecţii nesemnificative pentru rocile cu matrice silicioasă şi corecţii foarte însemnate pentru rocile cu matrice dolomitică caz în care porozitatea aparentă determinată prin carotajul radioactiv diferă substanţial de porozitatea reală.

Spre exemplu, conform figurii 6, unei porozităţi aparente de 10 procente în cazul unei matrice de densitate 2,84 îi corespund în realitate mai puţin de 6 procente.

* * *

După cum s-a mai arătat scopul materialului de faţă este de a semnala posibilitatea de utilizare a valorii excepţionale din punct de vedere geofizic, a informaţiilor existente la noi în ţară, asupra densităţii matricei tuturor rocilor colectoare care au fost carotate mecanic.

Deşi, aparent, densitatea matricei care este o caracteristică a părţii solide a unui spaţiu poros, nu ar trebui să influenţeze măsurătorile de rezistivitate, sîntem convinşi că datorită faptului că scheletul poros nu e decît un mulaj al scheletului solid, tipul de dependenţă factor—formaţiune—porozitate şi indice de rezistivitate—saturaţie, nu trebuie căutat oricum, ci pe tipuri de colectoare, caracterizate prin densităţi de matrice, deoarece este imposibil ca forma şi dimensiunea spaţiilor poroase să nu difere caracteristic de la un tip la altul.

Trebuie remarcat că, prin deplasarea probei de rocă din zăcămînt în laborator unde determinările se fac la presiune normală, deci în

lipsa presiunii litologice și hidrostatice a zăcămîntului, determinările duc la rezultate alterate atît pentru porozitate, cît mai ales pentru permeabilitate, deoarece în laborator roca nefiind supusă presiunii de compactare prezintă porozitate și permeabilitate mărită din cauza aranjamentului diferit, mai relaxat al scheletului solid.

Densitatea matricei, în schimb, se măsoară nealterată deoarece natura matricei este aceeași, iar compresibilitatea solidelor este neglijabilă.

Ordonarea valorilor de densitate în matrice spre anumite tipuri de colector și orizonturi geologice exploatate aparținînd mezozoicului, deschide perspective de extindere.

Sîntem convinși că oriunde aceste valori se vor ordona, ordonarea lor trebuie asociată ideii că în acele zone colectoarele sînt de un anumit tip, identificabil cantitativ și, deci, după acest criteriu se pot căuta corecții sau ecuații de dependență specifice mărimilor geofizice și că numai pe această cale se poate ajunge la interpretări geofizice cantitative de calitate. Sîntem convinși, de asemenea, că în zonele în care valorile de densitate nu se vor ordona după un anumit tip de colector, neordonarea lor se va datora faptului că materialul solid care intră în alcătuirea rocilor colectoare respective este divers și că în astfel de zone nu se poate găsi o altă cale mai bună de corectare a materialului diagrafic în funcție de litologie decît folosirea unor valori medii specifice de densitate în matrice pentru orizonturile de studiat.

Pentru a se pune la dispoziția interpretatorilor cifre de control, se impune prelucrarea cu ajutorul calculatoarelor electronice a informațiilor existente (peste 25 000) mulțimea lor și criteriul precis de evaluare permițînd tratarea pe această cale. Rolul calculatorului ar fi să ordoneze valorile determinate pe zone și nivele stratigrafice specifice exploatărilor existente în vederea obținerii histogramelor și a valorilor medii necesare studierii orizonturilor și zonelor respective.

BIBLIOGRAFIE

1. Anton, S. și colab. Studiul petrografic și geochimic al seriei dolomitice triasice din Platforma Moesică. Tema 194/1966 I CPG IH.
2. Merchant, L. C., și White, E. J. Comparation of log and core analysis results for an extremely heterogenous carbonate reservoir. S.P.W.L.A. Ninth Logging Symposium — 1968.
3. *** Log interpretation charts — Dresser Atlas, 1968.
4. *** Log interpretation charts — Schlumberger, 1969.

Caracterizarea formaţiunilor geologice de mare permeabilitate din sonde cu ajutorul măsurătorilor electro-sau radiometrice

D. Ştefănescu

În literatura de specialitate caracterizarea formaţiunilor de mare permeabilitate din sonde a format obiectul unor multiple preocupări. Lucrările publicate au urmărit să soluţioneze într-un mod sau altul această problemă[1—6].

Faţă de cele menţionate, s-a considerat util pentru cunoaşterea fenomenelor de pierdere a circulaţiei din sonde cît şi pentru conducerea eficientă a lucrărilor de blocaj să se procedeze, după caz, la înregistrarea unor diagrafii electro sau radiometrice corespunzătoare scopului propus.

Stabilirea cu ajutorul diagrafiilor înregistrate a debitelor de influx oferă posibilitatea obţinerii informaţiilor necesare atît pentru aprecierea gradului de pierdere şi caracterizarea formaţiunilor de mare permeabilitate, cît şi pentru lichidarea prin metode adecvate a complicaţiilor produse.

1. Lucrări executate la sonde

Pentru cunoaşterea debitelor de influx şi caracterizarea formaţiunilor geologice în care se produc pierderi de circulaţie, cu ajutorul instalaţiilor de carotaj se procedează la înregistrarea unor diagrafii electrice sau radioactive.

La sondele în foraj, acolo unde garniturile de prăjini se găsesc extrase, diagrafiile recomandate sînt cele de carotaj electric de rezistivitate, P.S. sau ambele, iar cînd acestea se găsesc introduse la puţ, diagrafiile de carotaj radioactiv. Utilizarea electrodelor cu diametru redus este obligatorie pentru aceste tipuri de lucrări.

Metodele menţionate au la bază faptul că zonele de separare dintre fluidele de foraj şi aer se evidenţiază corect pe diagrafiile electrice sau radioactive, oferind astfel posibilitatea determinării exacte a nivelurilor hidrostatice sau hidrodinamice din sonde. Cu ajutorul acestor măsurători se pot calcula debitele de influx, determinîndu-se astfel tipul de curgere şi caracterizarea formaţiunilor geologice absorbante.

Tehnica de lucru constă în introducerea electrodelor de carotaj electric sau radioactiv cu 30-50 m sub nivelurile din sonde, după care se înregistrează o primă diagrafie de control. Aceasta are drept scop determinarea adîncimii la care se găseşte nivelul de lichid în sondă. Confirmarea stabilităţii sau instabilităţii acestuia se verifică prin repetarea la anumite intervale de timp a înregistrărilor diagrafice.

În funcţie de obiectivul lucrărilor, în continuare, se execută operaţiile specifice scopului urmărit, respectiv determinarea suprapresiunilor sau valorilor debitelor de influx, a tipului de curgere pentru caracterizarea formaţiunilor geologice absorbante sau urmărirea anumitor lucrări care se efectuează.

După cunoaşterea nivelurilor hidrostatice din sonde şi determinarea stabilităţii sau instabilităţii acestora cu electroda de carotaj electric sau radioactiv introdusă la puţ, se procedează la pomparea unor fluide de foraj cu greutăţi specifice mai mici decît ale celor existente iniţial. La instalaţia de carotaj, la galvanometrul înregistrator se urmăreşte în tot timpul pompării variaţia acestora. Dacă nivelul ajunge la suprafaţă sau rămîne la o altă adîncime apropiată, se procedează la înregistrarea inversă, respectiv la cronometrarea şi obţinerea diagrafiilor care redau ritmul de coborîre al fluidului. Cronometrările se fac la intervale de timp impuse de posibilităţile de înregistrare.

După executarea măsurătorilor şi stabilirea noilor niveluri hidrostatice se poate proceda la valorificarea datelor obţinute.

Pentru exemplificare în figurile 1 şi 2 se dau diagrafiile electrometrice de P.S. şi rezistivitate înregistrate la două sonde diferite.

Primele diagrafii de P.S. (fig. 1, diagrafiile 1 şi 2) au avut drept scop precizarea nivelului

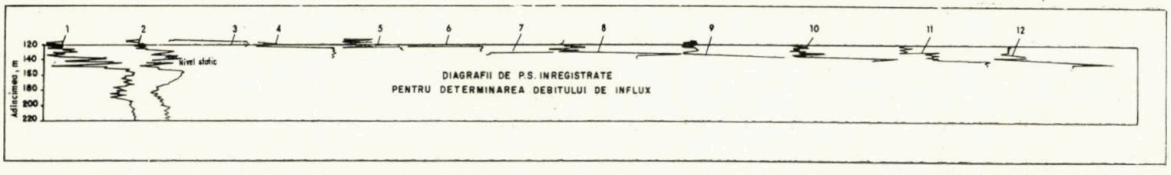


Fig. 1 Diagrafii de P.S. înregistrate pentru determinarea nivelurilor hidrostatice şi hidrodinamice.

hidrostatic precum și controlul stabilității acestuia. Compararea celor două înregistrări pune în evidență la adîncimea de 152 m, existența și stabilitatea nivelului hidrostatic.

Următoarele diagrafii (fig. 1, diagrafiile 3—12) au fost înregistrate în două etape succesive. În prima etapă s-a procedat la pomparea unei cantități de 3000 l de fluid de foraj urmărindu-se la galvanometrul instalației de carotaj creșterea nivelului hidrodinamic. La adîncimea de 110 m, deși în gaura de sondă se pompa fluid, nivelul acestuia a început să coboare. Înregistrările făcute la intervale de 5 min, între adîncimile de 115 și 123 m, cînd nivelul s-a stabilizat din nou, pot fi urmărite în diagrafiile 3-6 iar valorile calculate sînt date în tabela 1.

În a doua etapă, chiar la începutul pompării, fluidul a început să coboare, fapt care a dus la oprirea pompării și înregistrarea diagrafiilor redate în figura 1(7-12) și calculate în aceeași tabelă.

În ceea ce privesc diagrafiile de rezistivitate înregistrate la o a doua sondă prezentate în figura 2, acestea au fost executate în trei etape.

După înregistrarea nivelului hidrostatic stabilizat la 106 m (fig. 2 diagrafia I, 1) s-a pro-

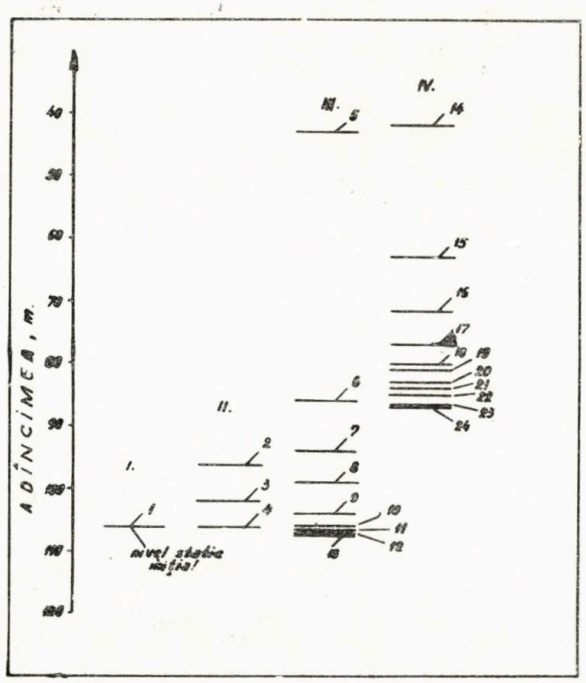


Fig. 2 Diagrafii de rezistivitate înregistrate pentru determinarea nivelurilor hidrostatice și hidrodinamice

cedat la pomparea aceluiași fluid de foraj existent la sondă ($\gamma = 1{,}2$ kgf/dm^3). Înregistrările făcute la intervale de timp egale pot fi urmărite în diagrafiile din figura 2 (II, 2-4) iar valorile debitelor de influx sînt date în tabela 2. O constatare interesantă a apărut din stabilizarea nivelului la aceași adîncime de 106 m.

În a doua etapă s-a pompat același fluid de foraj iar ritmul de coborîre poate fi urmărit prin diagrafiile redate în aceeași figură (diagrafiile III, 5-12).

Evidențiindu-se existența unor suprapresiuni, pentru determinarea acestora, s-a procedat la pomparea de apă. In această nouă încer-

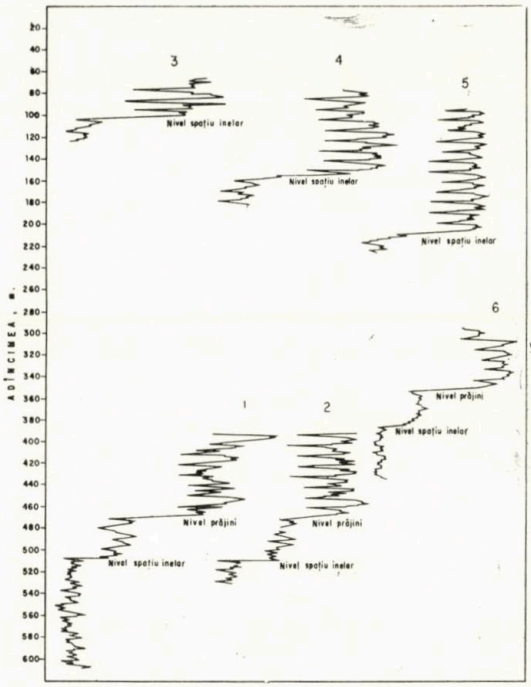


Fig. 3 Diagrafii neutron-gama înregistrate pentru determinarea nivelurilor hidrostatice și hidrodinamice

care nivelul a coborît la 87 m unde s-a stabilizat (fig. 2 diagrafiile IV, 14-24). Ipoteza introdusă, verificată teoretic, poate fi urmărită în continuare în capitolul 2.

Cu toate că înregistrările diagrafice de rezistivitate și P.S. sînt mai ușor de realizat, totuși atunci cînd în gaura de sondă se găsesc introduse garnituri de prăjini de foraj, singura metodă care poate fi aplicată, în acest scop, o constituie carotajul radioactiv și bineînțeles dotarea acestuia cu electrode corespunzătoare.

În cele ce urmează, în figura 3, se dau diagrafiile radiometrice neutron-gama înregistrate la altă sondă la care s-au produs pierderi de circulație iar în tabela 3, debitele de influx calculate.

Primele măsurători radiometrice (fig. 3, diagrafia 1 și 2) au avut drept scop determinarea nivelului hidrostatic. Acesta a fost stabilizat la 508 m în spațiul inelar coloană de tubaj-prăjini și la 470 m în prăjinile de foraj.

După pomparea fluidului de foraj și umplerea găurii de sondă, la intervale de timp de 20 și 10 min, s-au înregistrat diagrafiile redate în figura 3 (diagrafiile 3-5).

Nivelul hidrostatic stabilizat la 386 m (fig. 3, diagrafia 6) înregistrat după operația de cimentare executată în condiții de echilibru hidrodinamic la valoarea debitului de influx, a oferit posibilitatea calculării unei cantități de 5000 l

pastă de ciment care a pătruns în formațiune, din cantitatea totală de 7000 l folosită pentru executarea acestei lucrări.

2. Interpretarea măsurătorilor

Conform tehnicii de măsurare menționate [7], diagrafiile electro sau radiometrice pot fi efectuate pentru:

- determinarea nivelurilor hidrostatice și hidrodinamice din sonde;
- stabilirea suprapresiunilor în cazul pierderilor de circulație;
- calcularea debitelor de influx sau a celor de aflux;
- caracterizarea formațiunilor geologice din subteran;
- controlul în timpul sau după executarea anumitor lucrări specifice tehnologiilor de foraj sau de extracție (blocări cu diferite tipuri de agenți, obturări cu paste de ciment, rambleieri, fisurări etc).

Așa cum s-a redat în primul exemplu considerat, diagrafiile de P.S. au oferit posibilitatea înregistrării nivelurilor hidrostatice și hidrodinamice din sonde. Cronometrările făcute și diagrafiile obținute, completate cu datele sondei, au stat la baza efectuării calculelor privind debitele de influx determinate cu ajutorul relației:

$$Q_{inf} = \frac{V}{T} = \frac{\frac{\pi}{4} D_i^2 H}{T} \qquad (1)$$

în care:

Q_{inf} este debitul de influx, l/min;
V — volumul găurii de sondă, l;
D_i — diametrul interior al coloanei, cm;
H — adîncimea de denivelare din diagrafii, m;
T — timpul cronometrat între două înregistrări, min.

În cele ce urmează, în tabela 1, sînt prezentate datele sondei și valorile debitelor de influx calculate pentru primul exemplu cînd s-au folosit diagrafiile de P.S.

Faptul că în ambele etape nivelul hidrostatic s-a stabilizat mai sus, la 123 și 140 m, producîndu-se o curgere neuniformă cu tendința de scădere a debitului de influx, a oferit posibilitatea aprecierii formațiunilor geologice absorbante ca fiind de tipul celor nisipoase, poroase și permeabile. În acest caz, reducerea greutăților specifice ale fluidului de foraj și asocierea cu agenți de blocare au fost soluțiile recomandate.

Prin măsurătorile de carotaj electric executate ulterior s-a confirmat prezența formațiunilor sarmațiene și eficiența tratamentului aplicat.

Valorile numerice ale debitelor de influx, pentru a doua sondă la care s-au executat diagrafiile de rezistivitate sînt calculate și date în tabela 2.

Cu toate că debitele de influx la această sondă au fost inițial mari, acestea au scăzut în foarte scurt timp, fapt care a dus la introducerea ipotezei privind existența suprapresiunilor cauzate de fluidul de foraj greu.

TABELA 1

Valorile debitelor de influx determinate prin măsurători de P.S.

Date din măsurători / Datele sondei		Adîncimea din diagrafii		Timp de înreg., min	Debit de influx, l/min	OBS.
		Nivel static, m	Nivel dinamic, m			
Adîncimea, m	1418	152	—			
Coloană fixată, m	534		115			
diametru, in	12 3/4		122	5	100,8	
Prăjini fixate, m	—		122	5		
diametru, in	5 3/4		123	5	7,2	Curgere neuniformă, formațiuni nisipoase, poroase și permeabile.
Diametrul sapei, mm	295	127	—	—		
			131	5	57,6	
			132	5	14,4	
Fluid, greutate specifică, kgf/dm³	1,15		134	5	28,8	
			137	5	43,2	
			140	5	43,2	
			140	5	—	

TABELA 2

Valorile debitelor de influx determinate prin măsurătorile de rezistivitate

Datele sondei	Date din măsurători	Adîncimea obținută din diagrafii: Nivel static, m	Adîncimea obținută din diagrafii: Nivel dinamic, m	Timpul de înregistrare al diagrafiei, min	Debit de influx, l/min	OBS.
Adîncime, m	1661	106				
			96	5	768,0	
Coloana fixată, m	1598		102	5	48,0	
diametru, in	9 5/8		106	5	32,0	
		106				
Prăjini fixate, m	—		43	3	573,0	
diametru, in	4 1/2		86	3	573,0	
Diametrul sapei, mm	214		99	3	173,0	
			104	3	66,6	
Fluid, greut. specifică, kgf/dm³	1,20		106	3	26,6	
			106,5	3	6,6	
			107	3	6,6	
			107,5	3	6,6	Curgere neuniformă, debitele de influx se reduc; formațiuni nisipoase cu porozitate și permeabilitate mari.
			108	3	6,6	
		108				
			42	3	560,0	
			63	3	280,0	
			71,5	3	113,0	
			77	3	73,0	
			80	3	40,0	
			81	3	13,0	
			83	3	26,6	
			84	3	13,0	
			85	3	13,0	
			86,5	3	20	
			87	3	6,6	

Utilizîndu-se relația cunoscută de stabilirea presiunilor:

$$p = \frac{\gamma H}{10} \qquad (2)$$

în care: p este presiunea, kgf/cm²;

γ — greutatea specifică a fluidului de foraj, kgf/dm³;

H — adîncimea, m

se constată că pentru fluidul de foraj cu greutatea specifică de 1,2 kgf/dm³ presiunea corespunzătoare adîncimii de 108 m are valoarea de 12,96 kgf/cm². În cazul folosirii apei, presiunea se reduce la 10,8 kgf/cm². Diferența de presiune de 2,16 kgf/cm² echivalentă la 21,6 m trebuia confirmată prin măsurătorile diagrafice.

Punerea în evidență a noului nivel hidrostatic la adîncimea de 87 m, cînd s-a folosit apa, a verificat ipoteza privind existența suprapresiunilor. Diferența de presiune calculată corespunde adîncimii de 86,4 m. Eroarea de 0,6 m s-a considerat că provine din modul de

înregistrare a diagrafiilor, din cronometrare sau din măsurarea cablului.

Curgerea neuniformă, evidenţiată prin reducerea debitelor de influx şi existenţa suprapresiunilor a dus la aprecierea formaţiunilor absorbante ca fiind de tipul celor nisipoase, cu porozităţi şi permeabilităţi mari. Pentru asigurarea continuării proceselor de foraj s-a procedat la reducerea greutăţilor specifice ale fluidelor de foraj şi tratarea cu agenţi de blocare a acestora.

In cel de al treilea caz, atunci cînd s-au aplicat măsurătorile radiometrice neutron-gama, rezultatele obţinute au fost cele prezentate în tabela 3. La această sondă înregistrările s-au făcut prin interiorul garniturilor de prăjini de foraj şi relaţia (1) a luat forma :

$$Q_{inf} = \frac{V}{T} = \frac{\frac{\pi}{4}(D_i - d_e - d_i)^2 \, H}{T} \qquad (3)$$

Valorile lui d_e şi d_i, introduse în această relaţie, reprezintă diametrul exterior şi cel interior al prăjinilor de foraj care se găsesc în sondă.

Faţă de constatările făcute la această sondă, prin debitele aproximativ constante înregistrate a fost pus în evidenţă tipul de curgere uniformă caracteristică formaţiunilor cu fisuri sau caverne.

Interpretarea măsurătorilor a condus la executarea unei operaţii de cimentare a formaţiunilor absorbante cu pastă de ciment omogenă, în condiţii de echilibru hidrodinamic, la valoarea debitului de influx.

Controlul cantităţii de pastă de ciment pătrunsă în formaţiune aşa cum a mai fost menţionat, s-a realizat tot prin măsurarea nivelului hidrostatic după efectuarea operaţiei de cimentare, iar existenţa formaţiunilor cu fisuri şi escavate a fost pusă în evidenţă prin măsurătorile de carotaj acustic înregistrate după tubaj.

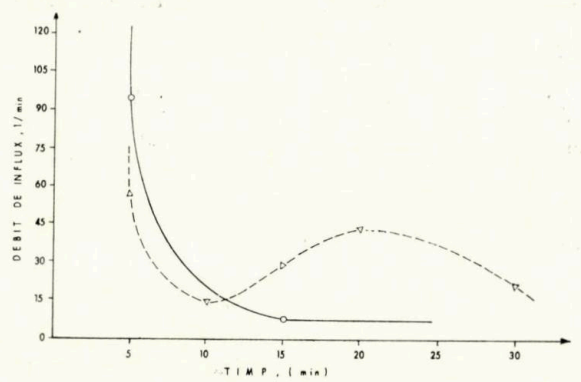


Fig. 4. Curbele de variaţie ale debitelor de influx obţinute prin măsurători de P.S.

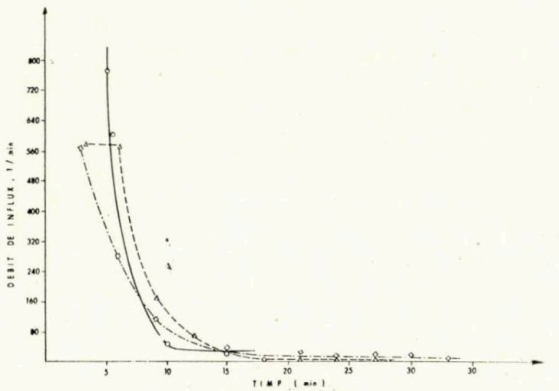


Fig. 5. Curbele de variaţie ale debitelor de influx obţinute cu ajutorul măsurătorilor de rezistivitate.

Pentru formarea unei imagini asupra curbelor de variaţie ale debitelor de influx, în figurile 4, 5 şi 6 sînt prezentate valorile înregistrate la sondele analizate.

TABELA 3

Valorile debitelor de influx determinate prin măsurători radiometrice neutron-gama

Datele sondei / Date din măsurători		Adîncimea din diagrafii		Timpul de înregistrare al diagrafiei, min	Debit de influx, l/min	OBS.
		Nivel static, m	Nivel dinamic, m			
Adîncimea, m	5818	508				
Coloana fixată, m	4275		102	20	86,7	
diametrul, in	7 5/8		155	10	90,1	
Prăjini fixate, m	5484		210	10	93,5	Curgerea uniformă, debitele de influx sînt aproximativ constante ; formaţiuni cu fisuri sau caverne.
diametrul, in	3 1/2					
Diametrul sapei, mm	158					
Fluid, greutate specifică kgf/dm³	1,10					

3. Concluzii și recomandări

Măsurătorile electro și radiometrice, conform procedeului propus, permit determinarea nivelelor hidrostatice și hidrodinamice din sonde,

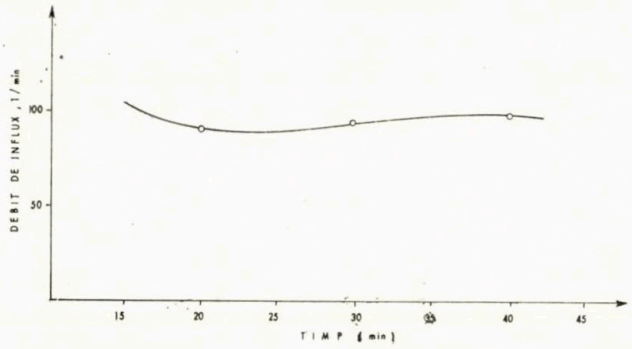


Fig. 6. Curbele de variație ale debitelor de influx calculate cu ajutorul diagrafiilor neutron-gama

stabilirea suprapresiunilor cauzate de folosirea unor fluide de foraj necorespunzătoare, calcularea debitelor de influx sau vitezele de curgere și în final oferă posibilitatea aprecierii formațiunilor geologice de mare permeabilitate.

Rezultatele obținute prin aceste tipuri de măsurători pot contribui la stabilirea procedeelor necesar a fi aplicate pentru lichidarea pierderilor de circulație, la conducerea și controlul anumitor lucrări care se fac în subteran.

Acolo unde situația sondelor oferă posibilitatea extragerii garniturilor de prăjini de foraj, se pot înregistra diagrafii de P.S. nu numai cu ajutorul instalațiilor de carotaj ci și cu un aparataj mai simplu, format dintr-un granit de mînă echipat cu cablu corespunzător și cu un galvanometru înregistrator.

Pentru obținerea unor informații mai corecte se consideră util ca măsurătorile diagrafice să se execute înainte de a se lua alte decizii la sonde. În acest mod, pe baza interpretărilor făcute se pot stabili programe de lucru mai adecvate.

Pentru extinderea procesului se propune continuarea experimentărilor la un număr mai mare de sonde, diversificarea lucrărilor în vederea obținerii unui număr sporit de informații de la sondele în foraj sau extracție.

BIBLIOGRAFIE

1. Abdrahmanov. S.G., Crîlov, I.V., Cuvanîșev, P.O. In: Burenie, nr.4 april 1968, p. 11.
2. Brillant, J. Appareil et procédé de mesure des perméabilités „în situ". Brevet Francez nr. 1.267.195 E 21 b 1 iun. 1960.
3. Gaivorovski, A.A., Saiderov, B.M.In: Nefteanoe Hozeaistvo, nr. 7, iul. 1956, p. 15.
4. Hartland, K. In: Exploatarea și prelucrarea petrolului. Caiet selectiv 6, nr. 3, mar. 1961, p. 129—134; nr. 5, mai, 1961, p. 251—264 (traducere din Petroleum, 23, nr. 8, aug. 1960, p. 291—294, 300; nr. 9, sept. 1960, p. 333—337; nr. 11, noiemb. 1960, p. 424—428).
5. *** Brevet U.R.S.S. nr. 162.336 cl. 42 e 2 601. Metodă și dispozitiv de înregistrare a nivelului apei în sonda de foraj (tradus în Exploatarea și prelucrarea petroiului. Culegere de brevete de invenție 1965).
6. Ștefănescu, D. In: Petrol și gaze, 21, nr. 9, sept. 1970, p. 523.
7. Ștefănescu, D. Procedeu pentru determinarea caracteristicilor formațiunilor de mare permeabilitate din sonde. Brevet R.S.R. 53.756, cl 42 e. 20. 1969.

Mişcări ale unui fluid binghamian

I. Creţu

Pentru iniţierea mişcării fluidelor vîscoplastice este necesară, în general, crearea unei diferenţe de presiune capabilă să depăşească tensiunile iniţiale corespunzătoare stării de repaus.

Anumite fluide, în special cele de tipul suspensiilor coloidale, dezvoltă (în cazul mişcării) tensiuni tangenţiale definite prin relaţia lui Bingham :

$$\tau = \mu \frac{dv}{dy} + \tau_0, \qquad (1)$$

în care :

μ este vîscozitatea plastică ;

$\frac{dv}{dy}$ — mărimea gradientului vitezei ;

τ_0 — efortul tangenţial iniţial.

Aceste fluide se numesc fluide binghamiene, iar mişcarea lor se numeşte mişcare cu efort tangenţial iniţial.

Fluidele de foraj, exceptînd pe cele de la forajul cu aer şi uneori pe cele de la forajul cu apă, fac parte din categoria fluidelor viscoplastice, iar mişcarea acestora este o mişcare cu efort tangenţial iniţial.

Pentru forajul sondelor este utilă rezolvarea problemelor privind mişcarea fluidelor binghamiene prin tuburi şi prin spaţiul dintre doi cilindri coaxiali.

Folosindu-se numărul Reynolds, Re*, definit pentru fluidele vîscoplastice, s-a stabilit prin cercetări experimentale că mişcarea cu efort tangenţial iniţial în tuburi este laminară pentru $Re^* < 2\,000$, tranzitorie pentru $2\,000 \leqslant Re^* \leqslant 3\,000$ şi turbulentă pentru $Re^* > 3\,000$. În spaţiul inelar, mişcarea cu efort tangenţial iniţial este laminară cînd $Re^* < 1\,600$, tranzitorie pentru $1\,600 \leqslant Re^* \leqslant 2\,000$ şi turbulentă cînd $R_e^* > 2\,000$.

În condiţiile simetriei axiale, ecuaţiile mişcării laminare unidimensionale a unui fluid binghamian, scrise în coordonate cilindrice, au forma :

$$\left(\mu \pm \frac{\tau_0}{\frac{dv}{dr}}\right)\frac{1}{r}\frac{d}{dr}\left(r\frac{dv}{dr}\right) + \frac{dv}{dr}\frac{d}{dr}\left(\pm\frac{\tau_0}{\frac{dv}{dr}}\right) = \frac{\partial p}{\partial x} = \mu\,\alpha, \qquad (2)$$

unde p este presiunea, r şi x — coordonatele cilindrice (corespunzătoare axelor din fig. 1), α — constantă, semnul minus corespunde domeniului în care $\frac{dv}{dr} < 0$, iar semnul plus domeniului în care $\frac{dv}{dr} > 0$.

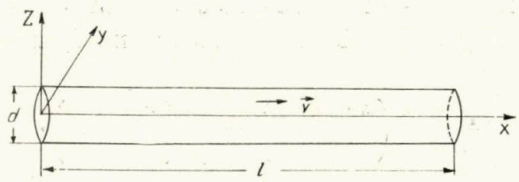


Fig. 1.

A. Mişcarea unui fluid binghamian printr-un tub cu diametru constant

a. *Mişcarea laminară.* Se consideră un tub orizontal cu diametrul d constant (fig. 1), prin care se mişcă în regim laminar staţionar un fluid binghamian.

Se poate constata că în întregul domeniu al mişcării $\frac{dv}{dr} < 0$ şi, ca urmare, ecuaţiile (2), după rearanjarea termenilor, devin :

$$\frac{1}{r}\frac{d}{dr}\left(r\frac{dv}{dr}\right) - \frac{\tau_0}{\mu}\frac{1}{r} = \frac{1}{\mu}\frac{\partial p}{\partial x} = \alpha. \qquad (3)$$

Integrînd, în condiţiile mişcării, ecuaţia :

$$\frac{1}{\mu}\frac{\partial p}{\partial x} = \alpha \qquad (4)$$

se obţine relaţia :

$$p = p_1 - \rho g z - \frac{p_1 - p_2}{l}x, \qquad (5)$$

în care indicii 1 şi 2 se referă la secţiunile iniţială şi finală ale tubului.

Pe baza relaţiei (5), prima ecuaţie (3) devine :

$$\frac{1}{r}\frac{d}{dr}\left(r\frac{dv}{dr}\right) - \frac{\tau_0}{\mu}\frac{1}{r} = -\frac{p_1 - p_2}{\mu l} \qquad (6)$$

şi are soluţia :

$$v = -\frac{p_1 - p_2}{4\mu l}r^2 + \frac{\tau_0}{\mu}r + a\ln r + b. \qquad (7)$$

Ţinînd seama că logaritmul nu este definit în origine, rezultă $a = 0$. Condiţia de aderenţă a fluidului la peretele tubului, scrisă sub forma :

$$v = 0 \text{ la } r = \frac{d}{2}$$

şi pusă relaţiei (7), duce pentru constanta b la expresia :

$$b = \frac{p_1 - p_2}{16\mu l} d^2 - \frac{\tau_0}{2\mu} d.$$

Introducînd expresiile constantelor de integrare a şi b în relaţia (7), se obţine formula :

$$v = \frac{p_1 - p_2}{4\mu l}\left(\frac{d^2}{4} - r^2\right) - \frac{\tau_0}{\mu}\left(\frac{d}{2} - r\right). \quad (8)$$

Din condiţia de extrem, scrisă pentru funcţia definită prin relaţia (8), adică :

$$\frac{dv}{dr} = -\frac{p_1 - p_2}{2\mu l} r + \frac{\tau_0}{\mu} = 0,$$

rezultă că la raza :

$$r_0 = \frac{2l\tau_0}{p_1 - p_2}, \quad (9)$$

viteza ia valoarea maximă.

La valori mici ale vitezei, mişcarea lichidului binghamian este constituită dintr-o mişcare-dop, în zona centrală de rază r_0, şi dintr-o mişcare vîscoplastică, în zona cuprinsă între r_0 şi $\frac{d}{2}$.

După cum se observă din relaţia (9), τ_0 fiind o constantă a lichidului, raza r_0 scade odată cu creşterea diferenţei de presiune $p_1 - p_2$, pentru o lungime l dată.

Pe de altă parte, din relaţia (9) se vede că în cazul fluidelor cu o valoare foarte mică a constantei τ_0, raza r_0 are valori mici, apropiate de valoarea zero corespunzătoare fluidelor newtoniene.

Viteza pentru mişcarea-dop are expresia :

$$v_0 = \frac{p_1 - p_2}{4\mu l}\left(\frac{d^2}{4} - r_0^2\right) - \frac{\tau_0}{\mu}\left(\frac{d}{2} - r_0\right). \quad (10)$$

Debitul fluidului vîscoplastic în tub, rezultă astfel :

$$Q = \pi r_0^2 v_0 + 2\pi \int_{r_0}^{\frac{d}{2}} vrdr = \frac{\pi r_0^2 (p_1 - p_2)}{4\mu l}\left(\frac{d^2}{4} - r_0^2\right) - \frac{\pi r_0^2 \tau_0}{\mu}\left(\frac{d}{2} - r_0\right) + \frac{\pi(p_1 - p_2)}{2\mu l}\left(\frac{d^4}{32} - \frac{d^4}{64} - \frac{d^2}{8} r_0^2 + \frac{r_0^4}{4}\right) - \frac{2\pi\tau_0}{\mu}\left(\frac{d^3}{16} - \frac{d^3}{24} - \frac{d}{4} r_0^2 + \frac{r_0^3}{3}\right) = \frac{\pi d^3}{8\mu}\left[\frac{(p_1 - p_2)d}{l}\left(\frac{1}{16} - \frac{r_0^4}{d^4}\right) - \frac{\tau_0}{3}\left(1 - \frac{8r_0^3}{d^3}\right)\right]. \quad (11)$$

Folosind expresia lui τ_0 dată de relaţia (9), formula (11) devine :

$$Q = \frac{\pi d^4 (p_1 - p_2)}{8\mu l}\left(\frac{1}{16} - \frac{1}{6}\frac{r_0}{d} + \frac{1}{3}\frac{r_0^4}{d^4}\right) \quad (12)$$

şi pentru viteza medie se obţine relaţia :

$$v_m = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{d^2(p_1 - p_2)}{2\mu l}\left(\frac{1}{16} - \frac{1}{6}\frac{r_0}{d} + \frac{1}{3}\frac{r_0^4}{d^4}\right). \quad (13)$$

Notînd cu $\Delta p'$ căderea de presiune corespunzătoare cazului în care mişcarea-dop are loc pe întreaga secţiune transversală a tubului, pe baza relaţiei (9) se poate scrie :

$$p_1' - p_2' = \Delta p' = \frac{4l\tau_0}{d}, \quad (14)$$

$$\frac{\Delta p'}{\Delta p} = \frac{2r_0}{d}$$

şi relaţia (13) îmbracă forma :

$$v_m = \frac{d^2 \Delta p}{2\mu l}\left[\frac{1}{16} - \frac{1}{12}\frac{\Delta p'}{\Delta p} + \frac{1}{48}\frac{\Delta p'^4}{\Delta p^4}\right] \quad (15)$$

sau :

$$v_m = \frac{d\tau_0}{\mu}\left[\frac{1}{8}\frac{\Delta p}{\Delta p'} - \frac{1}{6} + \frac{1}{24}\frac{\Delta p'^3}{\Delta p^3}\right]. \quad (16)$$

Ecuaţia (16) se poate scrie astfel :

$$\Delta p^4 - \frac{4}{3}\left(1 + \frac{6\mu v_m}{\tau_0 d}\right)\Delta p' \Delta p^3 + \frac{1}{3}\Delta p'^3 = 0 \quad (17)$$

și are următoarea soluție cu sens fizic :

$$\Delta p = \frac{\Delta p'}{3} c\left(1 + \sqrt{\frac{6}{c\sqrt{2e}}}\right), \qquad (18)$$

în care :

$$e = \sqrt[3]{\left(1+\frac{6\mu v_m}{\tau_0 d}\right)^2 + \sqrt{15}} + \sqrt[3]{\left(1 + \frac{6\mu v_m}{\tau_0 d}\right) - \sqrt{15}}\,; \qquad (19)$$

$$c = 1 + \frac{6\mu v_m}{\tau_0 d} + \frac{1}{2} e\sqrt{2e}\,. \qquad (20)$$

Din relația (13), transcrisă sub forma :

$$p_1 - p_2 = \frac{32\mu l v_m}{d^2} \frac{1}{1 - \frac{8}{3}\frac{r_0}{d} + \frac{16}{3}\frac{r_0^4}{d^4}} \qquad (21)$$

și din formula lui Darcy, scrisă astfel :

$$p_1 - p_2 = \lambda \frac{l}{d} \frac{\gamma v_m^2}{2g}, \qquad (22)$$

se obține pentru coeficientul de rezistență hidraulică expresia :

$$\lambda = \frac{64}{\mathrm{Re}^*}, \qquad (23)$$

în care :

$$\mathrm{Re}^* = \frac{\gamma d v_m}{g\mu}\left(1 - \frac{8}{3}\frac{r_0}{d} + \frac{16}{3}\frac{r_0^4}{d^4}\right). \qquad (24)$$

Dacă domeniul mișcării-dop este neglijabil sau inexistent, relațiile (12), (13), (21) și (23) se reduc la formulele următoare :

$$Q = \frac{\pi d^4 (p_1 - p_2)}{8\mu l}\left(\frac{1}{16} - \frac{1}{6}\frac{r_0}{d}\right); \qquad (25)$$

$$v_m = \frac{d^2(p_1 - p_2)}{2\mu l}\left(\frac{1}{16} - \frac{1}{6}\frac{r_0}{d}\right); \qquad (26)$$

$$p_1 - p_2 = \frac{32\mu l v_m}{d^2}\left(1 + \frac{\tau_0 d}{6\mu v_m}\right); \qquad (27)$$

$$\mathrm{Re}^* = \frac{\gamma d v_m}{g\mu\left(1 + \frac{\tau_0 d}{6\mu v_m}\right)}, \qquad (28)$$

specifice mișcării laminare în întregul spațiu al tubului.

Efectul mișcării-dop este neînsemnat atunci cînd termenul al treilea din paranteza relației (12) este neglijabil în comparație cu ceilalți doi termeni.

b. *Mișcarea turbulentă.* În cazul mișcării turbulente a fluidului binghamian, calculul căderii de presiune în tub se efectuează cu relația (22), în care coeficientul de rezistență hidraulică λ are expresia :

$$\lambda = \frac{0{,}08}{\sqrt[7]{\mathrm{Re}^*}}, \qquad (29)$$

iar numărul Re_c^* este dat de relația (28).

c. *Exemplu de calcul.* Fie un tub cu diametrul $d = 154$ mm și lungimea $l = 1\,000$ m, prin care se mișcă un fluid binghamian care are greutatea specifică $\gamma = 1{,}2$ kgf/dm³, efortul unitar tangențial inițial $\tau_0 = 2{,}5 \cdot 10^4$ kgf/cm² și viscozitatea dinamică plastică $\mu = 1{,}503 \cdot 10^{-3}$ kgf. s/m². Se propune să se calculeze diferența presiunilor din secțiunile inițială și finală ale tubului, la un debit $Q = 3 \cdot 10^{-3}$ m³/s.

Viteza medie are valoarea :

$$v_m = \frac{4Q}{\pi d^2} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{3{,}14 \cdot 0{,}154^2} = 0{,}161 \text{ m/s},$$

iar din relația (28) rezultă :

$$\mathrm{Re}_c^* = \frac{1{,}2 \cdot 10^3 \cdot 0{,}154 \cdot 0{,}161}{9{,}81 \cdot 1{,}503 \cdot 10^{-3}\left(1 + \frac{2{,}5 \cdot 0{,}154}{6 \cdot 1{,}503 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}161}\right)} = 7{,}45 < 2\,000,$$

ceea ce arată că mișcarea este laminară asociată, probabil, cu mișcare-dop.

În acest caz, pentru calculul diferenței de presiune se folosește relația (18). Din relațiile (14), (19) și (20) rezultă următoarele valori :

$$\Delta p' = \frac{4 \cdot 10^3 \cdot 2{,}5}{0{,}154} = 6{,}5 \cdot 10^4 \text{ kgf/m}^2;$$

$$e = \sqrt[3]{1{,}0038^2 + 3{,}87} + \sqrt[3]{1{,}0038^2 - 3{,}87} = 0{,}29;$$

$$c = 1{,}0038 + \frac{1}{2} 0{,}29 \sqrt{2 \cdot 0{,}29} = 1{,}105,$$

iar din formula (18) se obține :

$$\Delta p = \frac{6{,}5 \cdot 10^4}{3} 1{,}105\left(1 + \sqrt{\frac{6}{1{,}105\sqrt{2 \cdot 0{,}29}}}\right) = 8{,}8 \cdot 10^4 \text{ kgf/m}^2 = 8{,}8 \text{ at}.$$

Mișcarea-dop are loc în domeniul cilindric de rază :

$$r_0 = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot 2{,}5}{8{,}8 \cdot 10^4} = 5{,}68 \cdot 10^{-2} \text{m}.$$

B. Mișcarea unui fluid între două tuburi coaxiale imobile

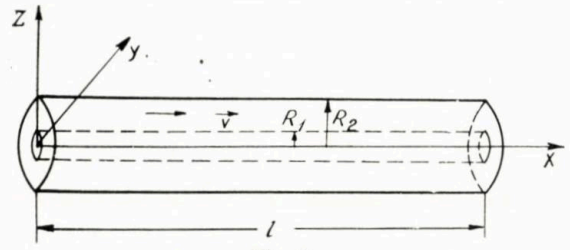


Fig. 2.

Fie două tuburi coaxiale de raze R_1 și R_2 (fig. 2) printre care se deplasează în mișcare staționară un fluid binghamian. Se va studia această mișcare, separat, pentru regimurile laminar și turbulent.

a. *Mișcarea laminară.* Notînd cu r_1 raza corespunzătoare maximului vitezei, ecuațiile (2) se scriu astfel :

$$\frac{1}{r}\frac{d}{dr}\left(r\frac{dv}{dr}\right) + \frac{\tau_0}{\mu}\frac{1}{r} = -\frac{p_1 - p_2}{\mu l}, \quad R_1 \leqslant r \leqslant r_1, \tag{30}$$

$$\frac{1}{r}\frac{d}{dr}\left(r\frac{dv}{dr}\right) - \frac{\tau_0}{\mu}\frac{1}{r} = -\frac{p_1 - p_2}{\mu l}, \quad r_1 \leqslant r \leqslant R_2 \tag{31}$$

și au soluțiile :

$$v_1 = -\frac{(p_1 - p_2)r^2}{4\mu l} - \frac{\tau_0 r}{\mu} + a_1 \ln r + b_1, \quad R_1 \leqslant r \leqslant r_1, \tag{32}$$

$$v_2 = -\frac{(p_1 - p_2)r^2}{4\mu l} + \frac{\tau_0 r}{\mu} + a_2 \ln r + b_2, \quad r_1 \leqslant r \leqslant R_2. \tag{33}$$

Punînd relațiilor (32) și (33) condițiile la limite, scrise sub forma :

$$\begin{aligned} &v_1 = 0 \text{ la } r = R_1; \\ &\frac{dv_1}{dr} = 0 \text{ la } r = r_1; \\ &\frac{dv_2}{dr} = 0 \text{ la } r = r_1; \\ &v_2 = 0 \text{ la } r = R_2; \\ &v_1 = v_2 \text{ la } r = r_1; \end{aligned} \tag{34}$$

se obține următorul sistem de ecuații algebrice :

$$\begin{aligned} &-\frac{(p_1 - p_2)R_1^2}{4\mu l} - \frac{\tau_0 R_1}{\mu} + a_1 \ln R_1 + b_1 = 0; \\ &-\frac{(p_1 - p_2)r_1}{2\mu l} - \frac{\tau_0}{\mu} + \frac{a_1}{r_1} = 0; \\ &-\frac{(p_1 - p_2)r_1}{2\mu l} + \frac{\tau_0}{\mu} + \frac{a_2}{r_1} = 0; \\ &-\frac{(p_1 - p_2)R_2^2}{4\mu l} + \frac{\tau_0 R_2}{\mu} + a_2 \ln R_2 + b_2 = 0; \\ &-\frac{(p_1 - p_2)r_1^2}{4\mu l} - \frac{\tau_0 r_1}{\mu} + a_1 \ln r_1 + b_1 = \\ &= -\frac{(p_1 - p_2)r_1^2}{4\mu l} + \frac{\tau_0 r_1}{\mu} + a_2 \ln r_1 + b_2, \end{aligned} \tag{35}$$

din care rezultă pentru constantele de integrare expresiile :

$$\begin{aligned} a_1 &= \frac{(p_1 - p_2)r_1^2}{2\mu l} + \frac{\tau_0 r_1}{\mu}; \\ a_2 &= \frac{(p_1 - p_2)r_1^2}{2\mu l} - \frac{\tau_0 r_1}{\mu}; \end{aligned} \tag{36}$$

$$b_1 = \frac{(p_1 - p_2)R_1^2}{4\mu l} + \frac{\tau_0 R_1}{\mu} - \left[\frac{(p_1 - p_2)r_1^2}{2\mu l} + \frac{\tau_0 r_1}{\mu}\right] \ln R_1;$$

$$b_2 = \frac{(p_1 - p_2)R_2^2}{4\mu l} - \frac{\tau_0 R_2}{\mu} - \left[\frac{(p_1 - p_2)r_1^2}{2\mu l} - \frac{\tau_0 r_1}{\mu}\right] \ln R_2.$$

Introducînd aceste expresii în ultima relație (35) se obține ecuația :

$$\frac{2r_1\tau_0}{\mu}(\ln r_1 - 1) - \frac{p_1 - p_2}{4\mu l}(R_2^2 - R_1^2) + \frac{\tau_0}{\mu}(R_1 + R_2) - \left[\frac{(p_1 - p_2)r_1^2}{2\mu l} + \frac{\tau_0 r_1}{\mu}\right] \ln R_1 + \left[\frac{(p_1 - p_2)r_1^2}{2\mu l} - \frac{\tau_0 r_1}{\mu}\right] \ln R_2 = 0. \tag{37}$$

Debitul rezultă sub forma :

$$Q = 2\pi \int_{R_1}^{r_1} r v_1 dr + 2\pi \int_{r_1}^{R_2} r v_2 \, dr = \pi \Bigg[-$$

$$- \frac{p_1 - p_2}{8\mu l} (R_2^4 - R_1^4) + \frac{2}{3} \frac{\tau_0}{\mu} (R_1^3 + R_2^3 -$$

$$- 2r_1^3) + a_1 \left(r_1^2 \ln r_1 - R_1^2 \ln R_1 - \frac{r_1^2 - R_1^2}{2} \right) +$$

$$+ b_1 (r_1^2 - R_1^2) + a_2 \Bigg(R_2^2 \ln R_2 - r_1^2 \ln r_1 -$$

$$- \frac{R_2^2 - r_1^2}{2} \Bigg) + b_2 (R_2^2 - r_1^2) \Bigg] \qquad (38)$$

Pentru calculul debitului, cînd diferența de presiune $(p_1 - p_2)$ este dată, se rezolvă grafic ecuația (37) pentru r_1, se calculează constantele de integrare cu ajutorul relațiilor (36) și, în final, se folosește relația (38).

Calculul diferenței de presiune $(p_1 - p_2)$, cînd debitul este dat, se efectuează prin încercări. În acest sens, se atribuie lui $p_1 - p_2$ o valoare, se rezolvă grafic ecuația (37) pentru r_1, se calculează constantele definite de relațiile (36), se calculează debitul cu relația (38) și se compară valoarea obținută cu valoarea reală a debitului. Dacă aceste valori nu sînt identice, calculul se reia pentru o nouă valoare a diferenței de presiune $(p_1 - p_2)$. Valoarea atribuită lui $p_1 - p_2$, care conduce la identitatea debitului dat cu cel calculat, reprezintă soluția problemei.

Deoarece aceste calcule sînt laborioase, deseori se recurge la relația aproximativă :

$$p_1 - p_2 = \lambda \frac{\gamma l}{R_2 - R_1} \frac{v_m^2}{4g}, \qquad (39)$$

în care :

$$\lambda = \frac{80}{\mathrm{Re}^*}. \qquad (40)$$

$$\mathrm{Re}^* = \frac{\gamma v_m (R_2 - R_1)}{g\mu \left[\frac{1}{2} + \frac{(R_2 - R_1)\tau_0}{6\mu v_m} \right]}. \qquad (41)$$

În cazul valorilor mici ale numărului R_e^* mișcarea laminară este asociată cu mișcarea-dop. Notînd cu r_1 și $r_2 > r_1$ razele cilindrilor coaxiali care delimitează domeniul mișcării-dop, ecuațiile (30) și (31) corespund zonelor (mișcării laminare) $R_1 \leqslant r \leqslant r_1$, respectiv $r_2 \leqslant r \leqslant R_2$ și au soluțiile (32) și (33), în care constantele de integrare sînt determinate de noile condiții la limite.

Înlocuind condițiile centrală și ultimă din grupul (34) cu relațiile :

$$\frac{dv_2}{dr} = 0 \text{ la } r = r_2, \qquad (42)$$

$$v_1 \Big|_{r=r_1} = v_2 \Big|_{r=r_2} = v_0,$$

grupul (34) astfel constituit exprimă noile condiții la limite și conduce la sistemul de ecuații algebrice format din prima, a doua și a patra ecuație (35) și din ecuațiile :

$$- \frac{(p_1 - p_2) r_2}{2\mu l} + \frac{\tau_0}{\mu} + \frac{a_2}{r_2} = 0,$$

$$- \frac{(p_1 - p_2) r_1^2}{4\mu l} - \frac{\tau_0 r_1^2}{\mu} + a_1 \ln r_1 + b_1 = \qquad (43)$$

$$= - \frac{(p_1 - p_2) r_2^2}{4\mu l} + \frac{\tau_0 r_2}{\mu} + a_2 \ln r_2 + b_2 = v_0.$$

Adăugînd acestui sistem de ecuații algebrice ecuația de echilibru dinamic a fluidului aflat în mișcare cu viteza v_0, scrisă astfel :

$$\pi (r_2^2 - r_1^2)(p_1 - p_2) = 2\pi (r_1 + r_2) \tau_0 l$$

sau :

$$r_2 - r_1 = \frac{2l\tau_0}{p_1 - p_2}, \qquad (44)$$

el devine un sistem determinat pentru necunoscutele a_1, b_1, a_2, b_2, r_1, r_2.

Rezolvînd acest sistem, relativ la constantele de integrare, rezultă :

$$a_1 = a_2 = \frac{r_1 r_2}{r_2 - r_1} \frac{\tau_0}{\mu};$$

$$b_1 = \frac{\tau_0}{\mu} \left[\frac{R_1^2 - 2r_1 r_2 \ln R_1}{2(r_2 - r_1)} + R_1 \right]; \qquad (45)$$

$$b_2 = \frac{\tau_0}{\mu} \left[\frac{R_2^2 - 2r_1 r_2 \ln R_2}{2(r_2 - r_1)} - R_2 \right].$$

După introducerea expresiilor (45) și înlocuirea lui τ_0 dat de relația (44), ultima ecuație (43) se poate scrie sub forma :

$$- \frac{1}{2}(r_2 + r_1) + \frac{r_1 r_2}{r_1 - r_2} \ln \frac{r_1}{r_2} +$$

$$+ \frac{R_1^2 - R_2^2 + 2r_1 r_2 \ln \frac{R_2}{R_1}}{2(r_2 - r_1)} + R_1 + R_2 = 0. \qquad (46)$$

Folosind următoarele mărimi adimensionale:

$$\bar{r}_1 = \frac{r_1}{R_1}; \quad \bar{r}_2 = \frac{r_2}{R_1}; \quad \bar{R}_2 = \frac{R_2}{R_1}$$

și rearanjînd termenii ecuației (46), se obține egalitatea:

$$2\bar{r}_1 \bar{r}_2 \ln \bar{r}_1 + \bar{r}_1^2 - 2\left(1 + \bar{R}_2 + \bar{r}_2 \ln \frac{\bar{r}_2}{\bar{R}_2}\right)\bar{r}_1 = (\bar{R}_2 - \bar{r}_2)^2 - 2\bar{r}_2 - 1. \quad (47)$$

Debitul rezultă astfel:

$$Q = 2\pi \int_{R_1}^{r_1} r v_1 \, dr + \pi (r_2^2 - r_1^2) v_1 \Big|_{r=r_1} + 2\pi \int_{r_2}^{R_2} r v_2 \, dr = \pi \left[-\frac{p_1 - p_2}{8\mu l} (r_1^4 - R_1^4) - \frac{2}{3} \frac{\tau_0}{\mu} (r_1^3 - R_1^3) + a_1 \left(r_1^2 \ln r_1 - R_1^2 \ln R_1 - \frac{r_1^2 - R_1^2}{2} \right) + b_1 (r_1^2 - R_1^2) + (r_2^2 - r_1^2) \left(-\frac{p_1 - p_2}{4\mu l} - \frac{\tau_0 r_1}{\mu} + a_1 \ln r_1 + b_1 \right) - \frac{p_1 - p_2}{8\mu l} (R_2^2 - r_2^4) + \frac{2}{3} \frac{\tau_0}{\mu} (R_2^3 - r_2^3) + a_2 \left(R_2^2 \ln R_2 - r_2^2 \ln r_2 - \frac{R_2^2 - r_2^2}{2} \right) + b_2 (R_2^2 - r_2^2) \right]. \quad (48)$$

Ecuația (47), asociată cu ecuația (44) (dacă se dă căderea de presiune) sau cu ecuația(48) (dacă se dă debitul), permite determinarea razelor r_1 și r_2.

Cu ajutorul valorilor obținute pentru razele r_1 și r_2 se calculează din relațiile (45) constantele de integrare și rezultă din relația (48) debitul (în cazul în care se dă căderea de presiune) sau din relația (44) căderea de presiune (cînd se dă debitul).

b. *Mișcarea turbulentă.* În acest caz, pentru calculul căderii de presiune sau a debitului se folosește relația (39), în care λ este dat de formula:

$$\lambda = \frac{0{,}12}{\sqrt[7]{\mathrm{Re}^*}}, \quad (49)$$

iar Re^* are expresia (41).

c. *Exemplu de calcul.* Fie două tuburi coaxiale fixe, cu lungimea $l = 1\,000$ m și cu diametrele $d_1 = 0{,}154$ m și $d_2 = 0{,}295$ m. Printre aceste tuburi se deplasează longitudinal un fluid binghamian care are greutatea specifică $\gamma = 1{,}6$ kgf/dm³, efortul unitar tangențial inițial $\tau_0 = 1{,}5$ kgf/m² și viscozitatea dinamică plastică $\mu = 1{,}5 \cdot 10^{-3}$ kgf.s/m².

Se cere să se determine diferența presiunilor din secțiunile inițială și finală, necesară transportării debitului $Q = 4{,}6 \cdot 10^{-2}$ m³/s.

Pentru viteza medie rezultă valoarea:

$$v_m = \frac{Q}{\pi(R_2^2 - R_1^2)} = \frac{4{,}6 \cdot 10^{-2}}{3{,}14(0{,}1475^2 - 0{,}077^2)} = 0{,}923 \text{ m/s}.$$

Conform relației (41):

$$\mathrm{Re}^* = \frac{1{,}6 \cdot 10^3 \cdot 0{,}923 \cdot 0{,}0705}{9{,}81 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-3}\left(0{,}5 + \frac{0{,}0705 \cdot 1{,}5}{6 \cdot 1{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot 0{,}923}\right)} = 525{,}5 < 1600,$$

ceea ce arată că mișcarea este laminară.

Ca urmare, pentru calculul căderii de presiune se folosesc relațiile (36), (37) și (38). În acest sens, se atribuie căderii de presiune Δp o valoare și se rezolvă prin încercări ecuația (37), scrisă sub forma:

$$X_1 + X_2 + X_3 = Y,$$

în care:

$$X_1 = -\frac{2}{2{,}3} r_1 \tau_0;$$

$$X_2 = r_1 \tau_0 \log \frac{r_1^2}{R_1 R_2};$$

$$X_3 = r_1^2 \frac{p_1 - p_2}{2l} \log \frac{R_2}{R_1};$$

$$Y = \frac{p_1 - p_2}{4 \cdot 2{,}3l} (R_2^2 - R_1^2) - \frac{\tau_0}{2{,}3} (R_1 + R_2).$$

Cu valoarea obținută pentru raza r_1 se calculează din relațiile (36) constantele de integrare și din relația (38) debitul. Calculul se încheie atunci cînd valoarea atribuită lui Δp duce la identitatea debitului calculat cu cel dat.

Desfășurarea acestui calcul este prezentată în tabela 1.

TABELA 1

Desfășurarea calculului căderii de presiune, prin încercări

p,at	r_1, m	X_1,kgf/m	X_2,kgf/m	X_3,kgf/m	$\sum_{i=1}^{3} X_i$	Y,kgf/m	Q,m³/s
6	0,120	−0,156516	0,018536	0,093717	−0,04226	−0,043170	
	0,110	−0,143470	0,004519	0,102467	−0,03649		
	0,100	−0,130430	−0,008307	0,084684	−0,05406		
	0,105	−0,136950	−0,002041	0,093364	−0,04563		
	0,108	−0,140860	0,001853	0,098775	−0,04023		
	0,1065	−0,138909	−0,000174	0,096048	−0,04302		0,76654
4	0,110	−0,143470	0,004519	0,068312	−0,07064	−0,077565	
	0,100	−0,130430	−0,008307	0,056456	−0,08228		
	0,105	−0,136950	−0,002041	0,062240	−0,07675		
	0,104	−0,135647	−0,003324	0,061062	−0,07791		
	0,1043	−0,136038	−0,002941	0,061456	−0,07752		0,48818
2	0,100	−0,130430	−0,008307	0,028228	−0,11051	−0,111987	
	0,099	−0,129126	−0,009516	0,027666	−0,11098		
	0,098	−0,127820	−0,010717	0,027110	−0,11143		
	0,097	−0,126517	−0,011905	0,026560	−0,11186		
	0,0965	−0,125865	−0,012495	0,026287	−0,11207		0,16588
1,5	0,090	−0,117387	−0,019962	0,017149	−0,11986	−0,120587	
	0,088	−0,114778	−0,021965	0,016395	−0,12035		0,0459

Rezultă astfel $\Delta p = 1{,}5$ at.

Pe de altă parte, folosind relația aproximativă (39), se obține valoarea:

$$\Delta p = \frac{80}{525{,}5}\ \frac{10^3 \cdot 1{,}6 \cdot 10^3}{0{,}0705}\ \frac{0{,}923^2}{4 \cdot 9{,}81} =$$

$$= 3{,}25 \cdot 10^4 \text{ kgf/m}^2 = 3{,}25 \text{ at},$$

căreia îi corespunde eroarea:

$$\varepsilon = \frac{3{,}25 - 1{,}5}{1{,}5} \cdot 100 = 116{,}5\,\%.$$

Concluzii

Soluționarea ecuațiilor diferențiale ale mișcării laminare a fluidelor binghamiene prin tuburi sau prin spațiul inelar permite, la un debit dat, determinarea valorii căderii de presiune necesară stabilirii presiunii pe care trebuie să o dezvolte pompa.

Soluțiile obținute pentru mișcarea laminară neasociată sau asociată cu mișcarea-dop, în tub sau în spațiul inelar, furnizează, pe bază de calcule, valoarea riguroasă a căderii de presiune.

În cazul mișcării laminare (cu sau fără dop) prin spațiul inelar, determinarea valorii căderii de presiune se efectuează pe bază de calcule laborioase prin încercări. Exemplul de calcul prezentat, relativ la acest caz, arată că valoarea căderii de presiune obținută cu formula aproximativă obișnuit folosită (pentru evitarea calculelor laborioase) diferă mult de valoarea riguroasă.

BIBLIOGRAFIE

1. Georgescu, Gh. Forajul sondelor. București, Ed. didactică și pedagogică, 1966, p. 108—115.
2. Crețu, I. Hidraulica generală și subterană. București, Ed. didactică și pedagogică, 1971, p. 215—219.
3. Rogers, W, F. Compoziția și proprietățile fluidelor de foraj (traducere din l. engleză). București, Ed. tehnică, 1969.
4. Mirzadjanzade, A,H., Mirzoian, A, A., Gevinian, G,M. și Seid-Rza, M,K. Ghidravlica glinistih i tementnih rastvorov, Moskva, Izdatelstvo Nedra, 1966.

Asigurarea stabilității mecanice a rocilor de natură argiloasă din profilul unei găuri de sondă

Gorun Manolescu

Din analiza diverșilor factori care contribuie la apariția instabilității rocilor din profilul găurilor de sondă, s-a ajuns la concluzia că acest fenomen îmbracă aspecte multiple, dintre care [5]:

— aspectul mecanic;

— aspectul legat de influența presiunilor anormale de strat;

— aspectul generat de influența temperaturii și a variațiilor ei;

— aspectul umflării formațiunilor argiloase;

— aspectul dat de influența undelor de suprapresiune și depresiune;

— aspectul legat de gradul de fisurare naturală a formațiunilor;

— aspectul interacțiunii dintre filtratul noroiului de foraj și formațiunile străbătute.

Scopul lucrării prezente este de a relua discuția aspectului mecanic al problemei, dintr-o nouă perspectivă.

În lucrările [1—5] se dau diferite relații pentru determinarea greutății specifice a noroiului de foraj, necesară asigurării stabilității găurilor de sondă.

Relațiile au fost stabilite pe baza criteriului neapariției zonei de stare limită (de cedare) în jurul găurii de sondă, indiferent de adîncime. Aceste relații au rezultat din punerea condiției și anume ca adîncimea la care apare zona de cedare să fie egală cu ∞. Acest mod de tratare a problemei este prea acoperitor deoarece adîncimile la care se găsesc formațiune cu puternic caracter instabil nu depășesc, în marea majoritate a cazurilor, 4 000—5 000 m. În același timp, prin calcularea greutății specifice a noroiului cu ajutorul relațiilor din lucrările citate, pot rezulta valori care să depășească gradientul de fisurare a stratelor poroase și permeabile asociate cu formațiuni ce prezintă caracter instabil.

Din motivele arătate, se vor propune două noi relații pentru calcularea greutății specifice, necesară pentru asigurarea stabilității găurii de sondă. Prima relație rezultă din date obținute prin încercări de laborator, în timp ce a doua se bazează pe informații obținute la suprafață în timpul forajului. Ultima relație prezintă avantajul de a putea fi ușor adaptată la calculul în mașini electronice.

Pentru stabilirea relațiilor menționate, s-a admis, drept ipoteză simplificatoare, o greutate specifică medie a rocilor egală cu 2,3 kgf/dm^3.

Trebuie remarcat că cele două relații pentru calcularea greutății specifice ce vor fi deduse, se referă la asigurarea stabilității formațiunilor argiloase și a masivelor de sare care, în general, prezintă un puternic caracter instabil și, în același timp, pot fi considerate mult mai omogene în comparație cu alte tipuri de formațiuni. În cazul masivelor de sare, omogenitatea înaintată este o consecință a structurii lor și a lipsei fluidelor libere, în timp ce în cazul masivelor argiloase această omogenitate se datorește faptului că, din cauza fenomenelor fizico-chimice specifice contactului apă-argilă, lichidul existent în astfel de formațiuni este, în cea mai mare măsură, puternic legat de scheletul mineral și, prin urmare, din acest punct de vedere, argilele pot fi considerate ca un amestec relativ omogen între constituenții minerali și fluidele conținute în pori.

La deducerea relațiilor de calcul a greutății specifice a noroiului de foraj, vor fi folosite conceptele de „stare de echilibru natural" și „curbă de echilibru natural" introduse în lucrările [5, 6].

Starea de echilibru natural al unui masiv de roci neatacat de lucrări subterane

În cadrul ipotezei Khun-Timbarevici se admite că, în masivele de roci neatacate de lucrări subterane, pe măsură ce rocile se tasează — și acest lucru se petrece odată cu creșterea adîncimii — această tasare se produce cu posibilitatea unei scurtări specifice în direcția verticalei și cu scurtare sau alungire specifice împiedicate în plan orizontal. Cele trei direcții: verticala și două direcții ortogonale cuprinse într-un plan orizontal, pot fi considerate direcții principale de deformare și, prin urmare și direcții pe care se exercită eforturile unitare principale.

Dacă se reproduc, în cadrul unei stări de compresiune triaxială, condițiile în care este valabilă ipoteza lui Khun-Timbarevici și anume $\varepsilon_z \neq 0$, $\varepsilon_x = \varepsilon_y = 0$ și se determină eforturile unitare principale: maxim și minim, se va ob-

ține, prin trasarea cercurilor lui Mohr, o înfășurătoare de forma celei prezentate în figura 1.

O astfel de curbă necesită, pentru trasarea ei, o singură probă care trece succesiv prin toate stadiile de transformare pe care le suferă masivul odată cu creșterea adîncimii. Din acest punct de vedere se poate spune despre curba astfel obținută că ea materializează sugestiv diversele stări de echilibru natural pe care le traversează roca în decursul procesului de tasare. Pentru acest motiv, curbele $T = f(\sigma)$ astfel obținute, au fost denumite „curbe de echilibru natural". De asemenea, s-au denumit stările succesive prin care trece o rocă în decursul procesului de tasare, „stări de echilibru natural". În cursul ridicării curbelor de echilibru natural, deformația laterală este împiedicată și din acest motiv, la stări de compresiune triaxială caracterizate prin valori mici ale eforturilor unitare, se va produce doar o deformare elastică în diversele puncte ale eșantionului supus la încercare. Cu cît va crește compresiunea pe verticală, σ_1, cu atît va crește și reacțiunea în direcția orizontală, $\sigma_2 = \sigma_3$ deoarece $\varepsilon_2 = \varepsilon_3 = 0$. Atîta timp cît eforturile unitare în diversele puncte ale materialului nu vor depăși coeziunea acestuia, se va produce doar o deformare elastică care se va materializa prin constanța raportului $\frac{\sigma_3}{\sigma_1}$, iar curba de echilibru natural va fi liniară. Această deformare se va produce pe seama reducerii volumului golurilor (porilor) existente în masa rocii. La depășirea unei anumite valori a lui σ_1 coeziunea materialului va fi și ea depășită. Din acest moment, la nivel structural, va începe o cedare a materialului și redistribuire a lui în golurile existente în masa rocii. În această situație, schimbîndu-se structura materialului, se vor schimba și proprietățile sale mecanice. Această schimbare este reflectată de caracterul neliniar pe care începe să-l prezinte curba de echilibru natural.

Modul de ridicare a unei curbe de echilibru natural, precum și aparatura necesară determinărilor sînt prezentate în lucrările [5, 6].

Pe o curbă de echilibru natural, de exemplu pe cea din figura 1, dacă se fixează un punct anumit, este posibil să se aplice teoria simplificată a lui O. M o h r, care presupune proporționalitatea între eforturile unitare și principale σ_{n1} și σ_{n3}. Însă, de la punct la punct, pe porțiunea neliniară, coeficientul de proporționalitate variază. Raportul $\frac{\sigma_{n1}}{\sigma_{n3}}$ care se numește în mod uzual coeficient de împingere laterală și este constant pe porțiunea liniară a curbei de echilibru natural, va deveni deci variabil pe porțiunea neliniară și anume :

$$\frac{\sigma_{n1}}{\sigma_{n3}} = f(\sigma_{n1},\ \sigma_{n3}) \tag{1}$$

Modul matematic de rezolvare a problemei a sugerat o analogie formală între raportul $\frac{\sigma_{n3}}{\sigma_{n1}}$, din cazul porțiunii liniare a curbei de echilibru natural și același raport din porțiunea neliniară.

Astfel, deoarece $\frac{\sigma_{n3}}{\sigma_{n1}} = \frac{1}{m-1}$ pe porțiunea liniară, s-a notat analog pe porțiunea neliniară :

$$\frac{\sigma_{n3}}{\sigma_{n1}} = \frac{1}{K-1} \tag{2}$$

Semnificația fizică a simbolului K este că, pentru unul și același punct al porțiunii neliniare de pe curba de echilibru natural el reprezintă o constantă care caracterizează proprietățile mecanice ale materialului întocmai, cum numărul lui Poisson, m, caracterizează aceste proprietăți pe toată porțiunea liniară. Avînd însă în vedere schimbările structurale ale materialului care sînt reflectate de porțiunea neliniară a acestei curbe, proprietățile mecanice vor varia de la punct la punct și deci K va prezenta și el un caracter variabil.

Pe porțiunea neliniară a curbei de echilibru natural din figura 1, ducînd tangenta la această curbă într-un anumit punct și făcînd unele considerații geometrice simple, rezultă :

$$\sigma'_{n1} = 2C'_n \sqrt{\lambda'_n} + \sigma'_{n3}\,\lambda'_n \tag{3}$$

unde :

$$\lambda'_n = \operatorname{tg}^2\left(\frac{\rho'_{0n}}{2} - \frac{\pi}{4}\right) \tag{4}$$

Expresia coeficientului K într-un punct anumit de pe curba de echilibru natural, pe porțiunea neliniară, este :

$$K' = \frac{2C'_n\sqrt{\lambda'_u}}{\sigma'_{n3}} + \lambda'_n + 1 \tag{5}$$

Prima metodă de stabilire a greutății specifice

Printr-un punct dintr-un masiv omogen aflat la adîncimea H, efortul unitar principal maxim, σ_1, va fi dat de relația :

$$\sigma_1 = P = \gamma_r H \tag{6}$$

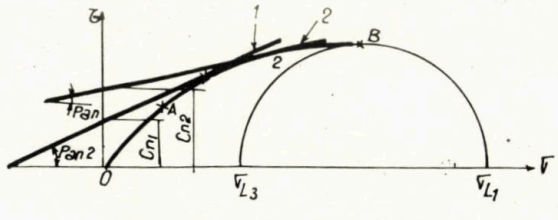


Fig. 1 Curba de echilibru natural

Fixînd această valoare pe axa σ a curbei de echilibru natural (fig. 1) se poate determina grafic, prin trasarea cercului lui Mohr, tan-

gent la curbă și care trece prin σ_{n1}, valoarea efortului unitar principal minim, σ_{n3}, care trebuie asigurat de presiunea fluidului din gaura de sondă pentru ca masivul străpuns să rămînă în aceiași stare ca și înainte de executarea lucrării.

Conform relației (2) rezultă :

$$\sigma_{n3} = \gamma_n H = \frac{\sigma_{n1}}{K-1} - \frac{\gamma_r H}{K-1} = \frac{P}{K-1} \quad (7)$$

Înlocuind în (7) pe K cu expresia sa rezultată din (5) se obține greutatea specifică a noroiului de foraj necesară pentru asigurarea stabilității în punctul considerat al masivului argilos :

$$\gamma_n = \frac{\gamma_r}{\lambda'_n} - \frac{2C'_n}{H\sqrt{\lambda'_n}} \quad (8)$$

Parametrii C'_n și λ'_n rezultă din curba de echilibru natural.

În concluzie, pentru a stabili greutatea specifică a noroiului necesară asigurării stabilității formațiunilor omogene, cu ajutorul curbelor de echilibru natural, se procedează astfel :

1. Se ridică curba de echilibru natural, pe eșantioane din formațiunea care interesează, cu ajutorul metodei expuse în lucrările [5, 6].
2. Se determină efortul unitar principal maxim, σ_{n1}, cu ajutorul relației (6), considerînd $\gamma_r = 2{,}3$ kgf/dm^3.
3. Se fixează valoarea determinată a efortului unitar principal maxim pe axa σ a curbei de echilibru natural și se trasează cercul tangent la curba de echilibru natural.
4. Cu ajutorul parametrilor C'_n și λ'_n, determinați grafic pe curba de echilibru natural, se calculează greutatea specifică a noroiului de foraj. γn, cu ajutorul relației (8).

Acest mod de rezolvare este dezavantajos din două motive și anume :

— pentru trasarea curbei de echilibru natural este necesară recoltarea de probe la fiecare sondă în parte, forajul trebuind să fie întrerupt ;

— modul de determinare a greutății specifice, γn, cu ajutorul relației (9) este mai greu de adaptat calculului în mașini electronice.

Din aceste motive, în continuare, se propune o nouă modalitate de calcul, folosind de data aceasta curba intrinsecă a rocilor în locul curbei de echilibru natural.

A doua metodă de stabilire a greutății specifice

În lucrarea [7] s-a arătat că pentru valori mari ale eforturilor unitare care caracterizează starea de compresiune triaxială în care se află o rocă, este posibilă asimilarea curbei intrinseci cu curba de echilibru natural, ele tinzînd să se confunde.

Se știe că o curbă intrinsecă a unui material se obține prin trasarea cercurilor lui Mohr pentru diversele valori ale intensității stărilor de eforturi unitare la care materialul cedează, și, ulterior, prin determinarea înfășurătoarei acestor cercuri. Intensitatea stării de eforturi unitare la care materialul cedează e caracterizată — în cadrul teoriei simplificate a lui Mohr — prin mărimea eforturilor unitare principale : maxim, σ_{L1} și minim, σ_{L3} sau, uneori, prin mărimea deviatorului stării de eforturi unitare, $\sigma_{L1} - \sigma_{L3}$.

În lucrările [5, 8], folosind metoda braziliană, s-au ridicat curbele intrinseci ale unor formațiuni argiloase similare la care însă a variat umiditatea.

În cadrul metodei braziliene se determină parametrii D și σ_0 cu ajutorul cărora, prin asimilarea curbelor intrinseci cu niște parabole, se pot trasa aceste curbe cu ajutorul relației [9] :

$$\sigma = D\tau^2 - \sigma_0 \quad (9)$$

În lucrarea [8] s-a stabilit că pentru formațiuni argiloase de aceiași natură, la care însă variază procentul de umiditate, între densitatea aparentă, d_a, a acestor formațiuni și cei doi parametri, D și σ_0, necesari ridicării curbelor intrinseci, există relațiile :

$$D = C(1/d_a)^q \quad (10)$$

$$\sigma_0 = C'(d_a)^{q'} \quad (11)$$

Curbele, ale căror ecuații sînt date de relațiile (10) și (11), pot fi folosite, în corelație cu măsurarea densității aparente a detritusului argilos separat la sită, pentru ridicarea curbelor intrinseci cu ajutorul cărora se poate obține ulterior greutatea specifică a noroiului de foraj după metoda ce va fi expusă în continuare.

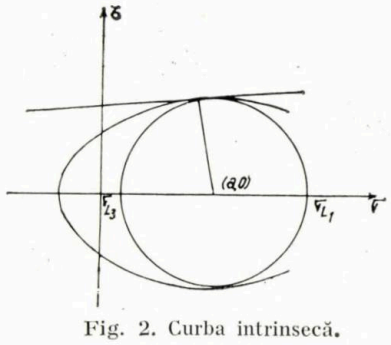


Fig. 2. Curba intrinsecă.

Folosind figura 2, problema ce trebuie rezolvată este :

Dîndu-se :

— ecuația curbei intrinseci

$$T^2 = \sigma + F \quad (12)$$

$$E = \frac{1}{D},\ F = \frac{\sigma_0}{D} \quad (13)$$

— valoarea efortului unitar principal maxim

$$\sigma_1 = \sigma_{n1} = P = \gamma_r H \qquad (14)$$

— ecuaţia cercului lui Mohr

$$(\sigma - a)^2 + \tau^2 = (\sigma_{n1} - a)^2 \qquad (15)$$

Se cere :

— valoarea lui a

Rezolvare :

— se înlocuieşte în (15) τ^2 cu expresia sa din (12) :

$$\sigma^2 - \sigma(2a - E) + F - \sigma_{n1}^2 + 2a\sigma_{n1} = 0 \qquad (16)$$

— ecuaţia (16) reprezintă condiţia de intersecţie între cercul cu ecuaţia (15) şi curba intrinsecă cu ecuaţia (12). Condiţia ca intersecţia să se producă într-un singur punct, deci ca cercul să fie tangent la curbă, este îndeplinită atunci cînd discriminantul ecuaţiei (16) este egal cu zero :

$$4a^2 - 4a(E + 2\sigma_{n1}) - 4F + E^2 + 4\sigma_{n1}^2 = 0 \qquad (17)$$

de unde rezultă :

$$a = \frac{E + 2\sigma_{n1} \pm 2\sqrt{\sigma_{n1} E + F}}{2} \qquad (18)$$

sau ţinînd seama că :

$$\left.\begin{aligned} a &= \frac{\sigma_{n1} + \sigma_{n3}}{2} \\ \sigma_{n3} &= F \\ E &= \frac{1}{D} \\ F &= \frac{\sigma_0}{D} \end{aligned}\right\} \qquad (19)$$

rezultă :

$$\gamma_n = \frac{\frac{1}{D} + P \pm 2\sqrt{\frac{P + \sigma_0}{D}}}{H} \qquad (20)$$

Cele două valori ale lui γ_n apar deoarece prin punctul $(\sigma_{n1}, 0)$ trec două cercuri tangente la curba intrinsecă. Se va alege numai cercul rezultat din luarea în consideraţie a semnului minus din faţa radicalului.

Etapele pentru determinarea greutăţii specifice cu ajutorul relaţiei (20) sînt următoarele :

1. Se determină, prin metoda braziliană, parametrii necesari trasării curbelor intrinseci pentru argilele caracteristice unei structuri (curbe intrinseci etalon).

2. Se obţin, cu ajutorul parametrilor determinaţi anterior şi prin măsurarea densităţii aparente a eşanticanelor pe care se fac determinările, curbele :

$$D = C(1/d_a)^q$$

$$\sigma_0 = C'(d_a)^{q'}$$

3. Pentru o sondă nouă, săpată pe structura care interesează, din măsurarea densităţii aparente a detritusului separat la sită, d_a, se pot obţine caracteristicile D şi σ_0 cu ajutorul relaţiilor de la punctul 2.

4. Se calculează efortul unitar principal maxim :

$$\sigma_{n1} = P = \gamma_r H$$

5. Cu valorile D, σ_0, P se poate determina greutatea specifică a noroiului de foraj, necesară asigurării stabilităţii găurii :

$$\gamma_n = \frac{\frac{1}{D} + P + 2\sqrt{\frac{P + \sigma_0}{D}}}{H}$$

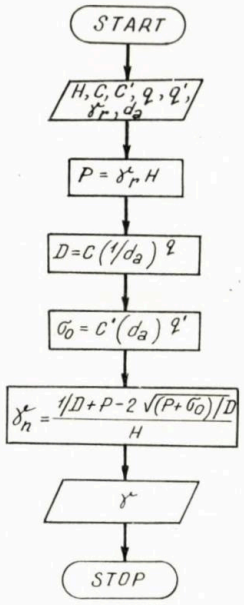
Această metodă se pretează la programarea în vederea executării calculului în maşini electronice, putînd fi utilizată pe tot parcursul procesului de foraj, fără a fi necesară întreruperea acestuia, fiind facilitată astfel automatizarea îngreunării noroiului de foraj prin folosirea calculatoarelor de control al procesului.

Algoritmul, în vederea programării, în cadrul acestei metode, este banal de simplu ; el este prezentat în figura 3.

Bineînţeles că folosirea unui calculator de control al procesului nu este justificată — datorită formei simple a relaţiei şi a volumului redus de calcule — atunci cînd se urmăreşte numai stabilirea greutăţii specifice a noroiului de foraj după criteriul asigurării stabilităţii găurii de sondă. Atunci însă cînd se iau în considerare şi alte criterii cum ar fi : asigurarea contrapresiunii pe stratele ce conţin fluide şi nedepăşirea gradientului de fisurare a stratelor din profilul găurii, folosirea calculatoarelor de proces în vederea automatizării îngreunării noroiului de foraj, apare pe deplin justificată.

Într-o serie de lucrări viitoare ne propunem să analizăm modul în care trebuie determinată greutatea specifică a noroiului de foraj în funcţiune de presiunea din pori şi de gradientul de fisurare. În cadrul acestor lucrări, care urmăresc, în final, să dea un algoritm general de

calcul al greutății specifice care să îndeplinească simultan cele trei criterii : asigurarea contrapresiunii pe strat, nedepășirea gradientului de fisurare și asigurarea stabilității găurilor de sondă, va fi înserat, ca o subrutină și algoritmul prezentat în figura 3.



Fig, 3

Notații

ε_x, ε_y, ε_z — alungirile sau scurtările specifice în direcțiile anexelor x, y, z;

σ_1, σ_2, σ_3, — eforturi unitare principale;

σ_{n1}, σ_{n3}, — eforturi unitare principale, maxim și minim, care caracterizează starea de echilibru natural;

σ_{L1}, σ_{L3} — eforturi unitare principale, maxim și minim, care caracterizează starea limită;

C_n — coeziunea materialului în stare de echilibru natural;

ρ_{0n} — unghiul de frecare interioară în stare de echilibru natural;

m — numărul lui Poisson;

P — presiunea litostatică;

γ_r — greutatea specifică medie a rocilor;

H — adîncimea sondei:

γ_n — greutatea specifică a noroiului de foraj;

σ — efort unitar normal;

τ — efort unitar tangențial;

d_a — densitatea aparentă a detritusului separat la sită;

D, σ_0 — parametrii necesari trasării curbei intrinseci;

C, C_0, q, q' — constante care depind de natura formațiunilor.

BIBLIOGRAFIE

1. Terzaghi, K. Mecanique theoretique des sols, Paris, Dunod, 1951
2. Ruppeneit, K.V. și Pesleak, I.A. Teoria presiunii rocilor și calculul coloanei de tubaj, Moscova, 1961.
3. Pesleak, I.A. In : Nefteanoe Hozeaistvo, nr. 11, 1960
4. Fekete, L.A. In : Petrol, Eng., 35, nr. 11, oct. 1963
5. Manolescu, Gorun. Contribuții la problema stabilității găurilor de sondă, teză de doctorat, I.P.G.G., 1969
6. Manolescu, Gorun. In : Petrol și gaze, **22**, nr. 9, 1971
7. Manolescu, Gorun. In : Studii și cercetări de mecanică aplicată, **29**, nr. 4 și 5 1970.
8. Manolescu, Gorun. In : Petrol și gaze, **23**, nr. 4, 1972
9. Stănescu, E. și colab. In : Studii și cercetări de mecanică aplicată, **24**, nr. 1, 1967
10. Manolescu, Gorun. Automatizarea îngreunării noroiului de foraj, O.D.P.T., București, 1972
11. Hottman, C.H. și Johnson, R.R. In : J. Petrol. Technol., ian. 1969

Caracterizarea mecanică şi reologică a rocilor în ideea folosirii rezultatelor pentru determinarea „timpului de îmbătrînire" a găurii de sondă

Gr. Tatu

Coloana stratigrafică a scoarţei terestre, în care se realizează gaura de sondă prin foraj, este alcătuită din diferite tipuri de roci. Încercările mecanice ce se efectuează pentru caracterizarea acestora se referă în general la compresiune, forfecare şi pătrundere. Această caracterizare este importantă însă nu suficientă în special pentru prevederea comportării pereţilor găurii de sondă în timp.

Elemente importante pentru caracterizarea comportării rocilor în timp, sub sarcină, prezintă studiul fluajului.

Ca urmare a importanţei deosebite ce o prezintă, problema comportării în timp a pereţilor găurii de sondă este luată în studiu prin metode şi mijloace foarte variate, însă rezultatele sînt destul de puţin verificate.

În continuare se prezintă succint o metodă experimentală care ar putea permite caracterizarea comportării în timp a pereţilor găurii de sondă după o verificare industrială corespunzătoare.

1. Consideraţii teoretice

Deformaţia care rezultă la un corp solid sub sarcină constantă este reprezentată printr-o curbă de variaţie în timp. În raport cu viteza de variaţie a deformaţiei, fluajul se prezintă sub patru forme [1]:

— deformaţie instantanee;

— fluaj primar, în care deformaţia se produce decelerat;

— fluaj secundar, cînd viteza de deformaţie este aproximativ constantă;

— fluaj terţiar, cînd deformaţia se produce accelerat.

În figura 1 sînt evidenţiate cele patru forme ale fluajului.

Deformaţia instantanee este o deformaţie elastică şi poate fi considerată ca independentă de timp. Această deformaţie nu este luată în consideraţie în cercetarea proprietăţii de fluaj decît prin valoarea ei maximă.

Pentru problemele practice, important este studiul fluajului primar şi secundar.

Corpurile naturale pot avea diagrama $\varepsilon(t)$ de forme diferite şi poate fi exprimată matematic prin modele mai mult sau mai puţin complicate.

Pentru o bună rezolvare se aproximează că viteza de deformare este dată de expresia [1]:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = A \cdot t^{-n} \tag{1}$$

care are aplicabilitate generală, deoarece:

— la $n = 0$, $\frac{d\varepsilon}{dt} = A$ şi $\varepsilon = A \cdot t$ (Corp Maxwell);

— la $n = 1$, $\frac{d\varepsilon}{dt} = A \cdot t^{-1}$ şi $\varepsilon = A \cdot \log t$ (Corp Kelvin);

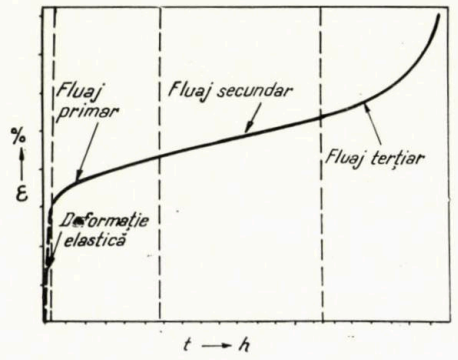


Fig. 1. Domeniile dependenţei $\varepsilon(t)$.

Corpurile în general arată valori negative pentru n şi astfel:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = A \cdot t^{n} \tag{2}$$

Prin integrare, din relaţia (2) se obţine:

$$\varepsilon = \frac{A \cdot t^{n+1}}{n+1} + C, \tag{3}$$

unde constanta de integrare C este dată de relaţia:

$$C = \frac{\sigma_0}{E} \tag{4}$$

şi atunci:

$$\varepsilon = \frac{A \cdot t^{n+1}}{n+1} + \frac{\sigma_0}{E} \tag{5}$$

Dacă experimental se obţine curba dependentei $\varepsilon(t)$ la sarcina constantă care solicită şi determină efortul unitar normal efectiv (σ_0), pentru două puncte ale acesteia (M_i şi M_{i+1}) se calculează valoarea exponentului

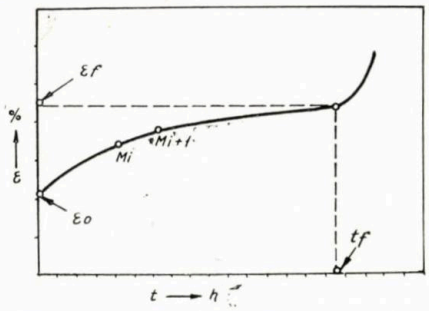


Fig. 2. Reprezentarea principală a dependenţei $\varepsilon(t)$.

n, care poate fi denumit „indice de viscozitate" sau „indice de fluaj", cu ajutorul relaţiei :

$$n = \frac{\lg\left[\dfrac{E\cdot\varepsilon_{i+1} - \sigma_0}{E\varepsilon_i - \sigma_0}\right]}{\lg\left(\dfrac{t_{i+1}}{t_i}\right)} - 1, \qquad (6)$$

iar cu relaţia :

$$A = \frac{(n+1)\cdot\left(\varepsilon_i - \dfrac{\sigma_0}{E}\right)}{t_i^{n+1}} \qquad (7)$$

se calculează valoarea constantei A care poate fi numită „constantă de fluaj".

Pentru deformaţia limită (ε_f), corespunde pe curba reologică $\varepsilon(t)$, timpul limită (t_f). În condiţiile cunoaşterii valorilor pentru n, A şi ε_f se poate determina momentul apariţiei fluajului terţiar, cu relaţia :

$$t_f = \left[\frac{\left(\varepsilon_f - \dfrac{\sigma_0}{E}\right)(n+1)}{A}\right]^{\frac{1}{n+1}} \qquad (8)$$

care prezintă importanţă pentru proiectarea şi conducerea forajului sondelor de adîncime.

2. Metoda de determinare a curbei reologice

Pentru măsurarea deformaţiei în timp, sub sarcină constantă, se utilizează aparatul presmetru a cărui schemă este prezentată în figura 3.

Instalaţia de laborator pentru ridicarea curbelor $\sigma(\varepsilon)$ şi $\varepsilon(t)$ se compune dintr-un dispozitiv de încercat la compresiune *1*, pe masa căruia se aşează eşantionul de rocă. Tija pistonului dispozitivului de încercat acţionează o bară *2* care transmite deplasarea pe verticală la un traductor tensometric *3*. Pe tijă se află plasat un traductor tensometric *4* pentru măsurarea efortului. Ieşirile de la traductoarele *3* şi *4* sînt conduse la punţile tensometrice *5*, care dau mărimile de ieşire pentru înregistratorul *6*, de tip $x-y$ şi care foloseşte la înregistrarea curbei $\sigma(\varepsilon)$ şi, respectiv, la înregistratorul *7*,

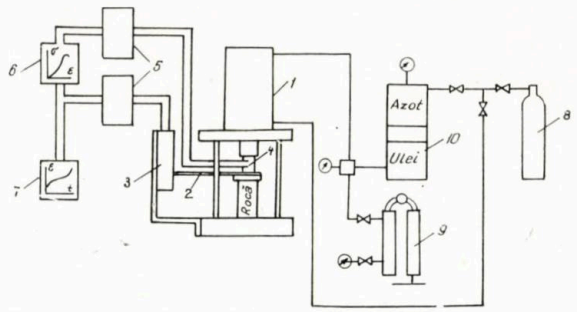


Fig. 3 Schema de principiu a instalaţiei de laborator pentru ridicarea curbelor $\sigma(\varepsilon)$ şi $\varepsilon(t)$.

care permite înregistrarea curbei $\varepsilon(t)$. Presiunea de lucru este culeasă de la tubul de azot *8* şi pompa *9*, compensatorul *10*, permiţînd menţinerea constantă a presiunii de lucru timp îndelungat.

Aparatul prezentat permite indicarea sau înregistrarea deformaţiei absolute în timp, sub sarcină constantă, a unui eşantion cilindric de rocă care este pregătit corespunzător pentru încercare.

Prelucrarea datelor constă în a determina deformaţia relativă cu relaţia :

$$\varepsilon = \frac{\delta}{L}\times 100, \ \% \qquad (9)$$

trasarea curbei reologice şi determinarea factorilor A şi n.

Dacă curba reologică se ridică pînă la limita fluajului secundar ea permite cunoaşterea valorilor pentru ε_f şi t_f.

Dacă curba reologică se ridică pentru o perioadă iniţială de timp este necesar a estima timpul limită t_f utilizînd relaţia (8) la aplicarea căreia este nevoie să se cunoască valorile mărimilor E, ε_f, A şi n.

Pentru determinarea valorilor mărimilor E şi ε_f se efectuează, cu acelaşi aparat, o încercare de compresiune pe un eşantion similar [2, 3]. Prin încercarea de compresiune se obţine curba $\sigma(\varepsilon)$ evidenţiată principial în figura 4.

În figura 5 este prezentată diagrama $\sigma(\varepsilon)$ pentru un calcar încercat la compresiune în laborator.

Încercarea de compresiune permite să se scrie :

$$E = \frac{\sigma_c}{\sigma_c - \varepsilon_1} \qquad (10)$$

şi să se cunoască valoarea deformaţiilor relative ε_c şi ε_{fr}.

Cercetările efectuate pe calcare, marmură, gresii și marne grezoase au dovedit că poate fi admisă ipoteza coincidenței valorilor deformațiilor relative ε_f și ε_e din diagramele $\varepsilon(t)$ și $\sigma(\varepsilon)$, indiferent de valoarea sarcinii constante sub care se ridică curba reologică.

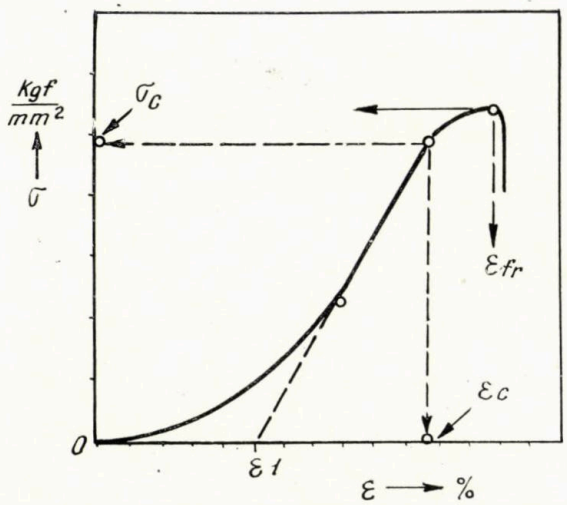


Fig. 4. Reprezentarea principială a dependenței $\sigma(\varepsilon)$.

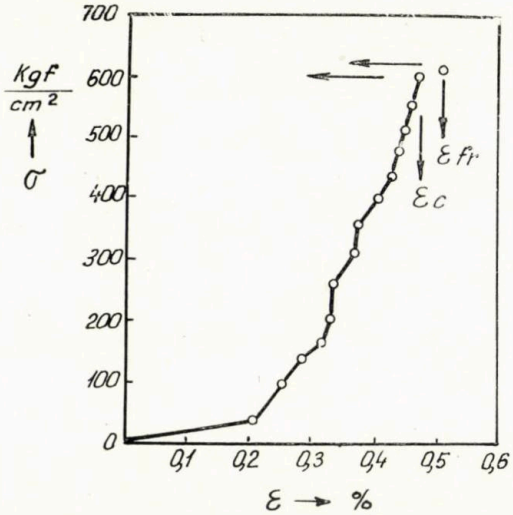


Fig. 5. Diagrama σ (ε) pentru un calcar supus la compresiune.

În contextul acestei observații este posibil să se prevadă momentul în care fenomenul de fluaj va determina fracturarea eșantionului de rocă, dacă curba reologică a fost caracterizată după desfășurarea ei în prima etapă.

S-a constatat că asupra proprietăților mecanice și reologice ale rocilor are influență acțiunea de alterare a fluidului cu care se află în contact și pătrunde în pori sau în sistemul de fisuri primare [3]. Rezultatele obținute (fig. 6) conduc în mod preliminar la concluzia că, indiferent de fluidul care contaminează roca, ε_f rămîne aproximativ independent dar se schimbă valorile celorlalte mărimi care caracterizează curba de rezistență $\sigma(\varepsilon)$ și curba reologică $\varepsilon(t)$ (fig. 6).

Pentru a determina experimental curba reologică a unui eșantion de rocă în contact cu un fluid oarecare, este suficient a completa schema din figura 3 cu un pahar metalic care cuprinde eșantionul și în care se toarnă fluidul de încercare (fig. 7).

Cercetarea eșantioanelor de rocă colectate din carotele mecanice extrase din sondele de adîncime, în condițiile contactului cu fluidul de foraj din sondă, permite obținerea unor date necesare la determinarea timpului după care pereții găurii de sondă, în contact cu un fluid de foraj, devin instabili și se deteriorează.

3. Utilizarea caracterizării mecanice și reologice a rocilor la determinarea „timpului de îmbătrînire" a găurii de sondă

3.1. *Premisele teoretice*

În ipoteza că peretele găurii de sondă se găsește în mod continuu sub sarcina determi-

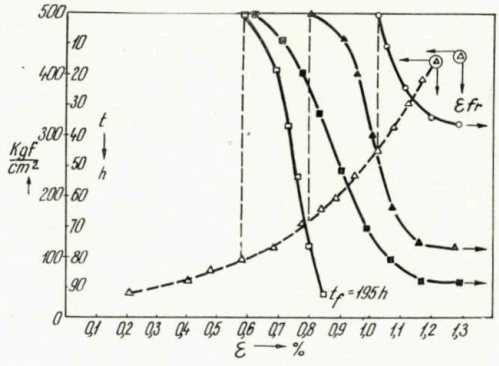


Fig. 6. Diagramele mecanică și reologică pentru unele eșantioane de calcar:
○ ▲ □ – eșantioane uscate; ■ – eșantion imersat în apă.

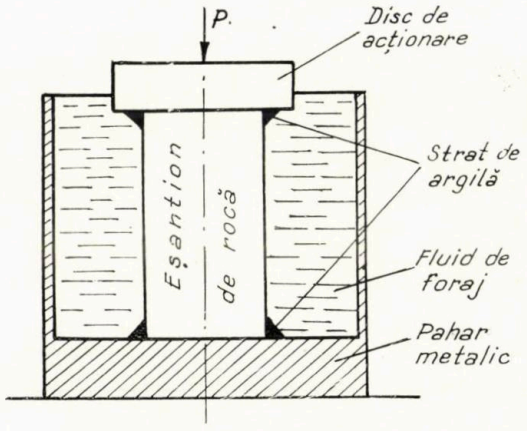


Fig. 7. Schema așezării eșantionului în fluid la determinarea dependenței $\varepsilon(t)$.

nată de forțele volumicea la adîncime curentă și că atingerea deformației limită ε_f caracterizează situația în care pereții capătă un ritm rapid de umflare sau se fracturează și încep să

se dărîme, curba reologică indicată în condiţiile de contact cu fluidul de foraj permite să se stabilească, cel puţin orientativ, care este „timpul de îmbătrînire", adică timpul de apariţie a fluajului terţiar.

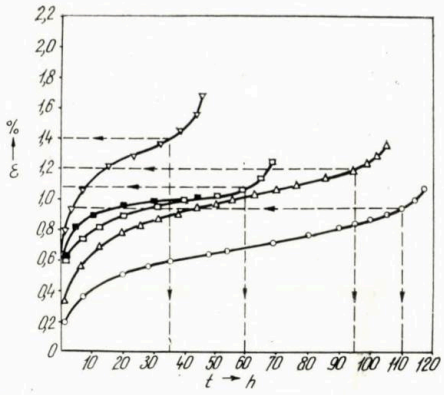


Fig. 8. Dependenţa ε (t) pentru eşantioanele de calcar, gresie şi marnă scufundate în diferite fluide :

∇ – marnă grezoasă în fluid de foraj; ○ – gresie marnoasă cu fluid de foraj; Δ – calcar marnos în apă dulce; □ – calcar marnos în fluid de foraj; ■ – calcar marnos în apă sărată.

Încercările de laborator, conduse ca în capitolul anterior, permit stabilirea valorilor pentru A, n şi ε_f sub sarcina volumică constantă care determină efortul unitar normal-efectiv σ_z, posibil de stabilit cu relaţia :

$$\sigma_z = \frac{H \cdot \tilde{\gamma}}{10} \qquad (11)$$

şi relaţia pentru calculul aproximativ al valorii „timpului de îmbătrînire" este :

$$t = \left[\frac{\left(\varepsilon_f - \frac{\sigma_z}{E}\right)(n+1)}{A}\right]^{\frac{1}{n+1}} \qquad (12)$$

3.2. *Metodă de lucru şi rezultate experimentale*

Eşantioane de calcar, marnă şi gresie marnoasă au fost cercetate în contact cu apa tehnică de conductă, apă sărată şi cu fluid de foraj natural. Curba de rezistenţă σ (ε) se ridică în condiţiile eşantionului uscat, iar curba reologică, în contact cu fluidul de încercare. Deoarece experimental, la ridicarea curbei reologice $\varepsilon(t)$ se obţine valoarea deformaţiei elastice ε_0, în mod practic nu este nevoie să se mai determine valoarea modulului E.

În figura 8 şi tabela 1 sînt prezentate rezultatele unor încercări experimentale. Acestea scot în evidenţă faptul că fluidul de contact are mare influenţă asupra curbei reologice, dar determinările experimentale permit satisfăcător prevederea timpului de îmbătrînire dacă perioada de încercare se extinde pînă la 30—40 ore. După rezultatele încercării în primele 10 ore, timpul de îmbătrînire are valori mult mai mari decît cele experimentale.

Este de aşteptat totuşi ca, în condiţiile din gaura de sondă, valoarea „timpului de îmbătrînire" să fie mai mare decît cea determinată experimental în laborator în condiţiile ce au fost prezentate, deoarece : eşantionul a suferit alterare mecanică la extragere şi prelucrare, în gaura de sondă peretele este de grosime relativ infinită în raport cu raza găurii şi sînt prezentate forţe de reţinere a stratului de perete, aproximate mai puţin alterate decît eşantionul de carotă ; efectul presiunii pe pereţi reduce deformaţia radială datorată efortului unitar normal-vertical şi deci ajungerea la deformaţia limită ε_f se realizează într-un timp mult mai mare.

Cercetarea unor eşantioane de carotă extrase din sonde bine urmărite şi la care se cunoaşte timpul după care au apărut dificultăţi de gaură va putea permite să se verifice experimental metoda prezentată şi dacă este cazul să se simuleze în amănunt situaţia reală.

Concluzii

1. Curbele de comportare mecanică şi reologică permit a caracteriza rocile existente în coloana stratigrafică străbătută la forajul sondelor dacă se dispune de eşantioane corespunzătoare.

TABELA 1

Timpul de apariţie a fluajului terţiar calculat (tc) şi real (tr), pentru eşantioane de rocă scufundate în diferite medii de umectare

Nr. crt.	Denumirea eşantionului	Starea eşantionului	σ_c, kgf/cm²	σ_z, kgf/cm²	ε_0, %	ε_f, %	E, kgf/cm²	tr, h	n, –	A –	t_c, h
1	Gresie marnoasă	În fluid de foraj	1150	850	0,20	0,94	425.10^3	110	—0,25	$1,60.10^{-4}$	113
2	Calcar marnos	În apă dulce	1300	990	0,32	1,20	300.10^3	95	—0,39	$4,30 \cdot 10^{-4}$	91
3	Calcar marnos	În fluid de foraj	575	510	0,60	1,08	85.10^3	60	—0,62	$3,65 \cdot 10^{-4}$	70
4	Calcar marnos	În apă sărată	575	910	0,60	1,08	85.10^3	—	—0,67	$1,92 \cdot 10^{-4}$	570
5	Marnă grezoasă	În fluid de foraj	120	96	0,80	1,40	12.10^3	35	—0,59	$5,54 \cdot 10^{-4}$	38

2. Pentru problemele practice este important să se studieze la roci fluajul primar și secundar și diagrama $\varepsilon\ (t)$ poate fi exprimată matematic printr-un model mai mult sau mai puțin complicat. Pentru rezolvare comodă și generală se aproximează că poate fi utilizată relația :

$$\varepsilon = \frac{A \cdot t^{n+1}}{n+1} + \frac{\sigma_z}{E}$$

3. Deoarece timpul de cercetare ar fi extrem de îndelungat pentru obținerea unor curbe reologice, se poate accepta ipoteza coincidenței valorilor deformației relative ε_f, care marchează începutul fluajului terțiar în diagrama $\varepsilon(t)$, cu valorile deformației relative ε_c care marchează începutul dezvoltării necontrolate a fisurilor în diagrama $\sigma(\varepsilon)$ la solicitarea de compresiune monoaxială.

4. Curba reologică este puternic influențată de fluidul cu care roca este pusă în contact dar valoarea-limită a deformației la care se trece la fluajul terțiar rămîne aproximativ aceeași în toate cazurile.

5. Pentru utilizarea metodei comportării mecanice și reologice, la determinarea timpului de îmbătrînire a găurii de sondă, se impune verificarea industrială și eventual corectarea metodei în sensul efectuării încercărilor în condiții cît mai apropiate celor din gaura de sondă.

Notații

ε — deformația relativă la compresiune;
t — timpul de la începerea solicitării sub sarcină constantă, h;
A — constanta de fluaj;
n — indicile de fluaj (indice de viscozitate);
σ_0 — efortul unitar normal efectiv de valoare constantă, kgf/cm²;
E — modulul de elasticitate la compresiune, kgf/cm²;
δ — deformația absolută, mm;
L — lungimea eșantionului încercat, mm;
σ_c — efortul unitar de compresiune monoaxială la care dezvoltarea fisurilor devine necontrolată, kgf/cm²;
ε_0 — deformația relativă elastică în curba reologică;
ε_c — deformația relativă la care dezvoltarea fisurilor devine necontrolată;
σ_z — efortul unitar vertical, echivalent presiunii litostatice, kgf/cm²;
H — adîncimea de plasarea în coloana stratigrafică, m;
γ — greutatea specifică medie a rocilor din coloana stratigrafică pînă la adîncimea în stadiu, kgf/dm³.

BIBLIOGRAFIE

1. Parsons, R.C., Hedley, D.G.F. The analysis of the viscous property of rocks for clasification. În : Int. I. Rock Mech. Min. Sci. **3**, p. 325. Pergamon Press Ltd 1966, Great Britain.
2. Bieniawski, Z.T., Denkhaus, H.G., Vogler, V.W. Failure of fractured rock. În : Int. J. Rock Mech. Sci. **6**, p. 323. Pergamon Press, 1969, Great Britain.
3. Brady, B.T. The nonlinear mechanical behavoir of brittle rock. În : Int. J. Rock. Mech Min. Sci. **6**, p. 211, Pergamon Press 1969, Great Britain.
4. Robinson, L.H. În : SPEJ, **7**, nr. 3 sept. 1967, S.U.A.

Calculul coeficienţilor de difuzie moleculară în amestecuri binare gazoase şi lichide. I

C. Strătulă

Coeficientul de difuzie sau difuzivitatea reprezintă o mărime deosebit de importantă în tratarea generală a transferului de masă între diferite faze. Toate operaţiile de transfer de masă, ca : fracţionarea, absorbţia, extracţia lichid — lichid, implică un schimb de substanţă între fazele ce vin în contact, schimb care, în ultima instanţă, depinde atît de difuzia în aceste faze, cît şi de difuzia dintre ele. De aceea majoritatea relaţiilor de calcul referitoare la aceste procese (calculul înălţimii unităţii de transfer, calculul coeficienţilor individuali şi globali de transfer de masă etc.) conţin coeficienţii de difuzie ai componentelor ce constituie sistemul, fie direct, fie sub forma numărului Schmidt.

Deoarece determinarea experimentală a coeficienţilor de difuzie necesită un timp relativ mare (mai ales în cazul binarului lichid), o aparatură specială şi o metodă precisă de analiză, cunoaşterea unor relaţii simple şi exacte pentru calculul lor prezintă un interes practic deosebit.

Problema difuziei fiind foarte complexă, prezentul studiu se limitează numai la unele aspecte ale acesteia, şi anume la cele legate de calculul coeficienţilor de difuzie moleculară în amestecurile binare gazoase şi lichide.

Din cele prezentate rezultă importanţa cunoaşterii exacte a coeficienţilor de difuzie pentru studiul cantitativ al unor operaţii şi procese chimice ; mai ales în ultimul timp cînd aceste studii au cunoscut o dezvoltare deosebită prin progresele obţinute în teoria transferului de masă se impune stabilirea unor valori cît mai corecte a acestor mărimi.

Se ştie că într-o formă elementară teoria cinetică a gazelor permite stabilirea legilor de difuzie şi definirea coeficienţilor de difuzie, precum şi stabilirea relaţiilor dintre aceşti coeficienţi şi caracteristicile mişcării moleculare.

Vitezele de agitaţie moleculară au valori relativ ridicate la temperatura obişnuită (circa 300—400 m s^{-1}) şi din această cauză ar conduce la ideea unei difuzii rapide la amestecarea a două gaze. Totuşi datorită faptului că frecvenţa de ciocnire a moleculelor între ele este foarte mare (circa 10^{10} s^{-1}) difuzia este un fenomen relativ lent.

Viteza de difuzie a unui gaz A în alt gaz B poate fi calculată pe baza vitezei de trecere a moleculelor printr-un plan imaginar PQ din gaz. Considerînd că planul are o suprafaţă egală cu unitatea şi că este mărginit de alte două plane similare distanţate la o valoare λ_x egală cu drumul liber mijlociu al moleculelor în direcţia x normală pe plan (fig. 1), se demonstrează [1] că schimbul intermolecular prin planul PQ în unitatea de timp, are ca rezultat un transfer net de molecule de tip A în direcţia x. Acest transfer este dat de ecuaţia :

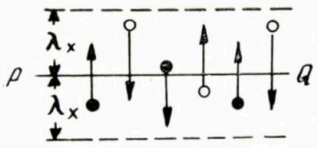


Fig. 1. Difuzia moleculelor printr-un plan.

$$N_A = -\frac{1}{2}\,\overline{C}_x\,\lambda_x\frac{dC_A}{dx} \qquad (1)$$

unde :

N_A este numărul de moli din componentul A transferaţi în unitatea de timp, pe unitatea de suprafaţă ;

$\overline{C}_x$ — viteza medie a moleculelor în direcţia x ;

C_A — concentraţia molară a componentului A ;

$\frac{dC_A}{dx}$ — gradientul de concentraţie în direcţia x.

Pe baza analizei statistice referitoare la distribuţia vitezelor şi drumurilor libere mijlocii se demonstrează că ecuaţia (1) poate fi aproximată la forma :

$$N_A = -\frac{1}{3}\,\overline{C}\,\lambda\,\frac{dC_A}{dx} \qquad (2)$$

* Semnul minus din ecuaţie arată că transferul de masă are loc în direcţia descreşterii concentraţiei.

unde $\overline{C}$ reprezintă viteza medie a moleculelor dată de ecuația (3), iar λ drumul liber mijlociu dat de ecuația (4):

$$\overline{C} = \sqrt{\frac{\overline{8kT}}{\pi m}} = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} \qquad (3)$$

$$\lambda = \frac{1}{\sqrt{2}\pi N \sigma^2} \qquad (4)$$

în care:

k este constanta lui Boltzman;
m — masa unei molecule;
T — temperatura;
R — constanta generală a gazelor;
M — masa moleculară;
σ — diametrul moleculei;
N — numărul de molecule pe unitatea de volum.

Conform legii lui Fick cantitatea de substanță transferată în unitatea de timp, prin unitatea de suprafață este egală cu produsul dintre coeficientul de difuzie D și gradientul de concentrație dC_A/dx:

$$N_A = - D \frac{dC_A}{dx} \qquad (5)$$

Comparînd ecuațiile (5) și (2) rezultă:

$$D = \frac{1}{3} \lambda \overline{C} \qquad (6)$$

Făcînd analiza dimensională a acestei relații rezultă pentru D următoarele dimensiuni: $[D] = L^2/T$, unde L reprezintă o lungime, iar T timpul.

Ecuația (6) dă coeficientul de difuzie pentru un gaz care conține molecule de același fel. În cazul interdifuziei a două tipuri de molecule (A și B) de dimensiuni și mase diferite ecuația (6) devine:

$$D_{AB} = \frac{1}{3} \frac{n_A \lambda_A \overline{C}_A + n_B \lambda_B \overline{C}_B}{n_A + n_B} \qquad (7)$$

unde n_A și n_B reprezintă numărul de molecule de tip A, respectiv de tip B, pe unitatea de volum.

Pentru a putea fi utilizată la estimarea coeficientului de difuzie ecuația (7) a trebuit să fie corectată ținînd seama de următoarele:

— în cursul ciocnirilor moleculele nu-și pierd în întregime viteza și direcția lor inițială;

— există o tendință de păstrare a mișcării inițiale care mărește viteza de difuzie;

— ciocnirile dintre moleculele de același fel nu împiedică difuzia;

— ciocnirile dintre moleculele de tip diferit frînează procesul de difuzie.

Corecțiile făcute ecuației (7) au dus la obținerea unei noi ecuații:

$$D_{AB} = \frac{1{,}68}{3\pi (n_A + n_B) \sigma^{AB^2}} \sqrt{\overline{C}_A^2 + \overline{C}_B^2} \qquad (8)$$

unde σ_{AB} reprezintă diametrul mediu al moleculelor.

Dacă moleculele sînt privite ca sfere elastice rigide, diametrul molecular al fiecărui tip de moleculă se poate aprecia ca fiind aproximativ egal cu rădăcina cubică din volumul molar V al substanței respective în fază lichidă la punctul normal de fierbere, exprimat în cm³/mol.

Volumele molare pot fi calculate, fie prin folosirea densităților lichidelor respective la punctul normal de fierbere, fie prin însumarea volumelor atomice (tabela 1) calculate de L e B a s [2].

TABELA 1

Volume atomice, cm³/at. gr		Volume moleculare, cm³/mol.	
Carbon	14,8	H_2	14,3
Hidrogen	3,7	O_2	25,6
Clor	24,6	N_2	31,2
Azot	15,6	Aer	29,9
Azot în amine primare	10,5	NH_3	25,8
Azot în amine sec.	12,0	CO_2	34,0
Oxigen în aldeh. și cetone	7,4	SO_2	44,8
Oxigen în metil esteri	9,1	H_2O	18,9
Oxigen în esteri sup.	11,0	H_2S	32,9
Oxigen în acizi	12,0	Cl_2	48,4
Inel benzenic	−15,0	Br_2	53,2

Ținînd seama de corelația ce există între diametrul molecualr σ și volumul molar V, precum și de faptul că viteza moleculară a unui gaz este proporțională cu $\sqrt{T/M}$, iar pentru gaze perfecte numărul de molecule N pe unitatea de volum este proporțional cu P/T, ecuația (8) poate fi trecută în forma:

$$D = \frac{b\, T^{3/2}}{P\, (V_A^{1/3} + V_B^{1/3})^2} \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}} \qquad (9)$$

unde P reprezintă presiunea din sistem, iar b o constantă.

Această ecuație este simetrică în raport cu cei doi componenți A și B și nu are importanță dacă se consideră difuzia lui A în B sau a lui B în A. De aceea difuzivitatea fiecărui component poate fi reprezentată printr-un singur simbol D.

Valoarea constantei b nu poate fi determinată exact din considerații teoretice ci numai

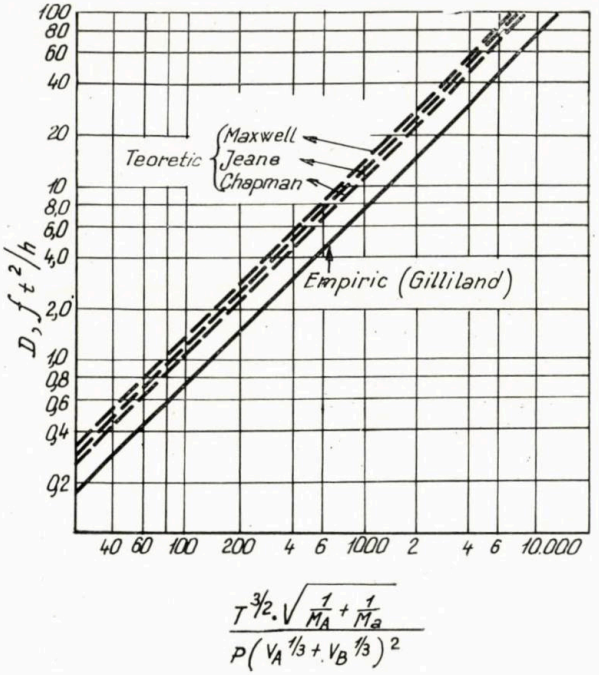


Fig. 2. Compararea difuzivității experimentale cu cea teoretică bazată pe teoria cinetică a gazelor.

din date experimentale de difuzie. Primul care a determinat-o a fost G i l l i l a n d [3], valoarea obținută de el bazîndu-se pe difuzivitățile experimentale pentru un număr mare de sisteme (circa 400 de determinări) în special în domeniul de temperatură 0—100°C. Ecuația (9) a fost reprezentată grafic (fig. 2) atît pentru valoarea teoretică a constantei b [4, 5], cît și pentru valoarea ei practică.

Deoarece constanta b este o mărime dimensională valoarea ei depinde de sistemul de unități folosit. Gilliland a determinat valoarea constantei atît în sistemul British, cît și în sistemul C.G.S. În prezentul studiu se dă valoarea constantei și în sistemul SI (tabela 2).

TABELA 2

	Unități de măsură			
D	cm²/s	ft/h	m²/s	m²/h
P	atm	atm	N/m²	N/m²
T	K	K	K	K
b	0,0043	0,0166	0,04357	156,95

În toate cazurile M_A și M_B reprezintă masele moleculare ale celor două specii de gaze, iar V_A și V_B volumele lor moleculare la temperatura normală de fierbere, exprimate în cm³/mol.

Deoarece ecuația (9) este o modificare empirică a ecuației (8) rezultată din teoria cinetică a gazelor aplicată moleculelor sferice rigide, folosirea ei se va face cu prudență și numai în cazuri cînd nici o valoare experimentală a lui D nu este disponibilă. În tabela 3 sînt date cîteva valori experimentale ale coeficientului de difuzie.

TABELA 3

Sistem	Temperatura, °C	D, cm²/S
$H_2 - CH_4$	0	0,6250
$O_2 - N_2$	0	0,1810
$CO - O_2$	0	0,1850
$CO_2 - O_2$	0	0,1390
Aer — alcool etilic	25,0	0,1350
Aer — apă	25,9	0,2580
Aer — apă	59,0	0,3050
Aer — toluen	25,9	0,0860
Aer — toluen	59,0	0,0920
Aer — benzen	25,0	0,0961

O modificare empirică a ecuației (9) a fost propusă de A n d r u s s o v [6]:

$$D = \frac{b \cdot T^{1,78} (1 + \sqrt{M_A + M_B})}{P (V_A^{1/3} + V_B^{1/3})^2 \sqrt{M_A \cdot M_B}} \qquad (10)$$

unde $b = 7{,}98 \cdot 10^{-4}$ cînd T se exprimă în °K, P în atmosfere și D în cm²/s.

La presiunea atmosferică și 0°C ecuația (10) capătă forma:

$$D = \frac{17{,}2 (1 + \sqrt{M_A + M_B})}{(V_A^{1/3} + V_B^{1/3})^2 \sqrt{M_A \cdot M_B}} \qquad (11)$$

Pe baza unor date experimentale referitoare la difuzie în amestecuri binare gazoase A r n o l d [7] a stabilit următoarea relație de calcul a coeficientului de difuzie:

$$D = \frac{0{,}00837\, T^{5/2}}{P(V_A^{1/3} + V_B^{1/3})^2 (T + C_{AB})} \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}} \qquad (12)$$

Constanta C_{AB} reprezintă valoarea medie a constantelor celor doi componenți ce formează amestecul și se calculează astfel:

$$C_{AB} = \left[\frac{2\sqrt{V_A^{1/3} + V_B^{1/3}}}{V_A^{1/3} + V_B^{1/3}}\right]^3 \sqrt{C_A \cdot C_B} \qquad (13)$$

Constantele C_A și C_B se calculează din ecuația de variație a viscozității cu temperatura aplicată celor doi componenți A și B:

$$\frac{\mu}{\mu_0} = \frac{273 + C}{T + C}\left(\frac{T}{273}\right)^{3/2} \qquad (14)$$

unde μ reprezintă viscozitatea gazului la temperatura T iar μ_0 viscozitatea la 273°K.

Valorile acestor constante sînt date, pentru cele mai multe gaze, de Partington [8]. În lipsa lor ele pot fi apreciate cu relația:

$$C = 1{,}47\ T_b \qquad (15)$$

unde T_b reprezintă temperatura normală de fierbere a componentului respectiv în °K.

Hirschfelder, Bird și Spotz [9] au dedus pentru calculul coeficientului de difuzie o relație bazată pe potențialul Lennard—Jones. Pentru perechi de gaze nepolare sau perechi formate dintr-un gaz polar și unul nepolar relația are forma:

$$D = \frac{b \cdot T^{3/2}}{P\,(\sigma_{AB})^2 \cdot f\left(\frac{kT}{E_{AB}}\right)} \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}} \qquad (16)$$

În această relație σ_{AB} reprezintă media aritmetică sau geometrică a diametrelor celor două specii de molecule iar $f\left(\frac{kT}{E_{AB}}\right)$ o funcție de ciocnire a cărei valoare a fost calculată de autori în funcție de grupul $\frac{kT}{E_{AB}}$ (fig. 3). În acest grup k reprezintă constanta lui Boltzmann iar E_{AB} energia maximă de atracție. Pentru un

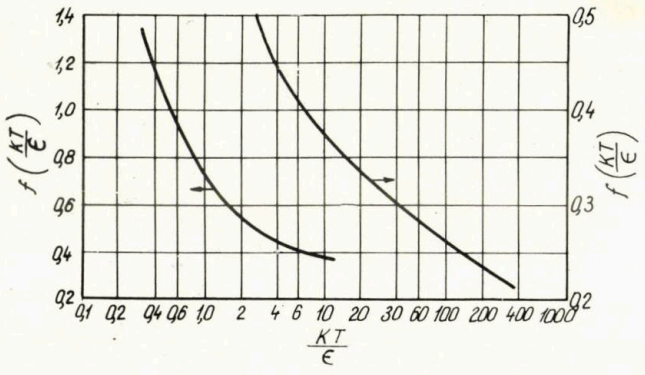


Fig. 3. Funcția de ciocnire pentru difuzie.

număr însemnat de substanțe, autorii au determinat din date de viscozitate valorile lui σ și E/k (tabela 4).

TABELA 4

Substanță	$\frac{E}{k}$, K	σ, Å	Substanță	$\frac{E}{k}$, K	σ, Å
O_2	113,2	3,433	CO_2	190,0	3,996
H_2	33,3	2,968	SO_2	252,0	4,290
Aer	97,0	3,617	Cl_2	357,0	4,115
CH_4	137,0	3,882	C_2H_4	205,0	4,232
C_2H_6	230,0	4,418	$C_2H_5.OH$	391,0	4,455
C_6H_6	440,0	5,270	C_6H_{12}	324,0	6,093

În cazul cînd pentru unele substanțe aceste valori nu sînt cunoscute, ele pot fi aproximate cu relațiile:

$$\sigma = 1{,}18\ V^{1/3} \qquad (17)$$

$$\frac{E}{k} = 0{,}77\ T_c \qquad (18)$$

$$\frac{E}{k} = 1{,}15\ T_f \qquad (19)$$

$$\text{sau:}\quad \frac{E}{k} = 1{,}92\ T_l \qquad (20)$$

În aceste relații:

V reprezintă volumul molar al substanței la temperatura normală de fierbere, cm³/mol;

T_c — temperatura critică a substanței;

T_f — temperatura normală de fierbere;

T_l — temperatura de topire, toate în °K.

În cazul cînd P se introduce în atmosfere, T în °K iar D trebuie să rezulte în cm²/s, valoarea constantei b se ia egală cu $9{,}2916 \cdot 10^{-4}$.

Pentru perechi de gaze nepolare sau perechi formate dintr-un gaz polar și unul nepolar Wilke și Lee [10] au propus o modificare a ecuației (16), mai precis o modificare a valorii constantei b. După acești autori b nu mai reprezintă o constantă ci o mărime dependentă de masele moleculare ale celor doi componenți ce formează amestecul. Valoarea ei se apreciază astfel:

$$b = 0{,}00107 - 0{,}000246 \sqrt{\frac{1}{M_A} + \frac{1}{M_B}}$$

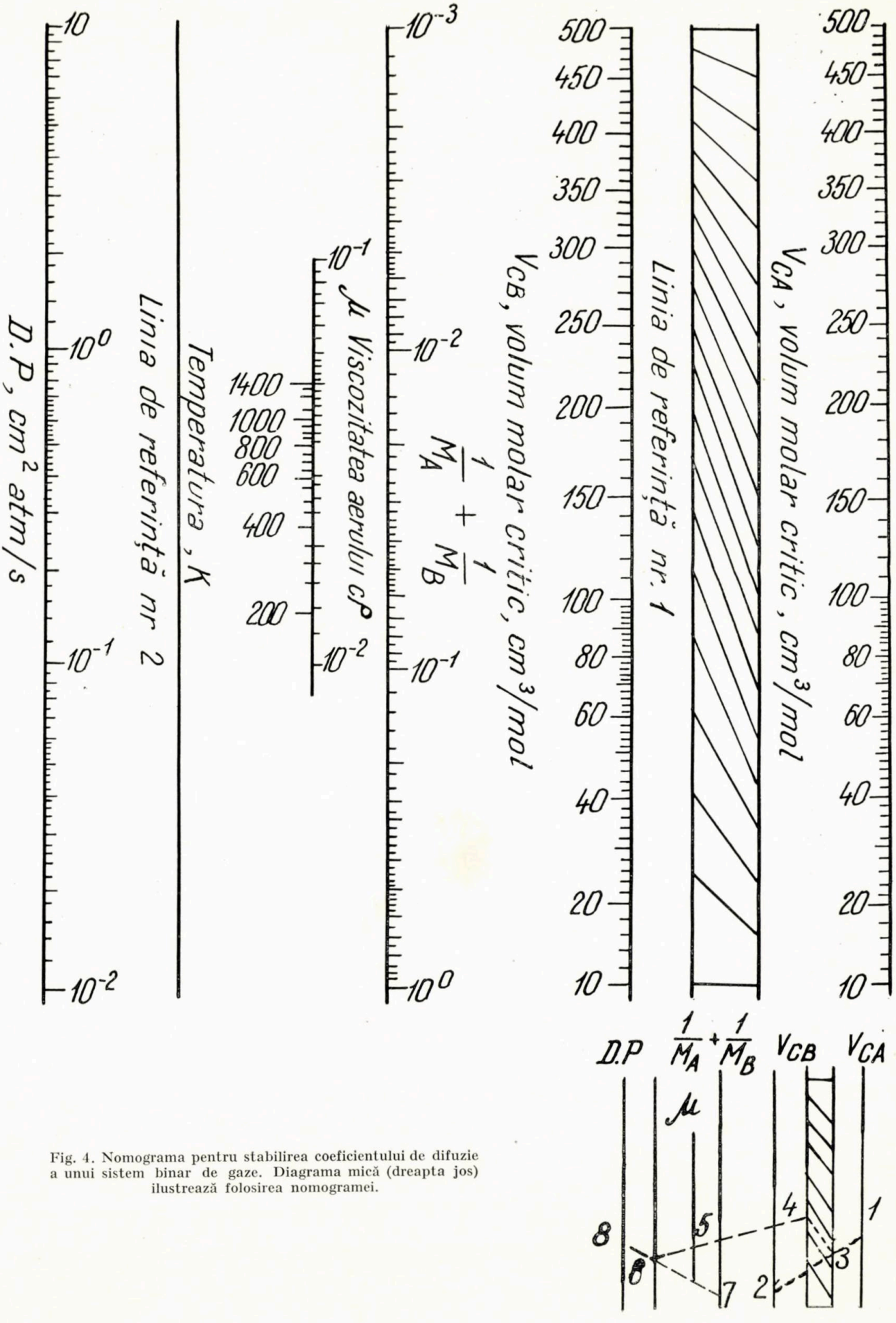


Fig. 4. Nomograma pentru stabilirea coeficientului de difuzie a unui sistem binar de gaze. Diagrama mică (dreapta jos) ilustrează folosirea nomogramei.

În acest caz ecuația (16) devine :

$$D = \frac{\left(0{,}00107 - 0{,}000246\sqrt{\frac{1}{M_A}+\frac{1}{M_B}}\right)\cdot T^{3/2}}{P\,(\sigma_{AB})^2\cdot f\left(\frac{kT}{E_{AB}}\right)} \times$$

$$\times \sqrt{\frac{1}{M_A}+\frac{1}{M_B}} \qquad (21)$$

Această ecuație a fost verificată pe un număr mare de amestecuri, rezultatele obținute fiind în bună concordanță cu datele experimentale.

Combinînd teoria cinetică a gazelor cu principiul stărilor corespondente, S l a t t e r y și B i r d [11] au obținut o relație de estimare a difuzivității de o formă deosebită. Această relație exprimă difuzivitatea în funcție de parametrii critici ai celor doi componenți :

$$D = \frac{3{,}882\cdot 10^{-4}\,(T/T_{c,AB})^{1{,}823}}{P\cdot(M_{AB})^{1/2}\cdot(P_{c,AB})^{-2/3}\cdot(T_{c,AB})^{-5/6}} \qquad (22)$$

unde :

$$M_{AB} = 2M_A\cdot M_B/(M_A + M_B),$$

$$T_{c,AB} = (T_{c,A}\cdot T_{c,B})^{1/2},$$

$$P_{c,AB} = (P_{c,A}\cdot P_{c,B})^{1/2}.$$

Pentru sisteme în care vaporii de apă reprezintă un component ecuația (22) devine :

$$D = \frac{5{,}148\cdot 10^{-4}\,(T/T_{c,AB})^{2{,}334}}{P(M_{AB})^{1/2}\cdot(P_{c,AB})^{-2/3}\cdot(T_{c,AB})^{-5/6}} \qquad (23)$$

O metodă relativ nouă este cea a lui O t h m e r și C h e n [12]. Această metodă se bazează pe asemănarea ce există între coeficientul de difuzie și viscozitatea gazului. Deoarece viscozitățile sînt ușor de determinat și deci pot fi disponibile pentru un număr însemnat de gaze, autorii au corelat coeficienții de difuzie cu viscozitățile gazelor respective folosind metoda substanței de referință (aerul). În acest fel ei au obținut ecuația :

$$D = \frac{2{,}52\cdot 10^{7}\cdot \mu^{2{,}74}}{P}\left[\frac{\sqrt{\frac{1}{M_A}+\frac{1}{M_B}}}{(V_{c,A}^{0,4} + V_{c,B}^{0,4})^2}\right]1{,}23 \qquad (24)$$

unde $V_{c,A}$ și $V_{c,B}$ reprezintă volumele molare critice ale celor două substanțe în cm³/mol, iar μ viscozitatea aerului în cP la temperatura sistemului.

Ecuația stabilită de ei a fost încercată pe 59 de amestecuri binare, rezultatele obținute fiind în concordanță cu cele obținute prin alte metode. Calculul cu această relație este însă greoi și de aceea autorii au construit o nomogramă care dă posibilitatea citirii directe a coeficientului de difuzie (fig. 4). Graficul este valabil pe un domeniu larg de temperatură (200—1 400 °K) și dă o rezolvare foarte rapidă a problemei.

În 1966 F u l l e r și colab. [13] au prezentat o ecuație de mare exactitate. Ecuația se bazează pe datele experimentale obținute pe 150 de amestecuri binare (circa 340 de coeficienți de difuzie experimentali).

Forma generală a ecuației este :

$$D = \frac{C\cdot T^{b}}{P\left[(\sum_A v_i)^{\alpha_1} + (\sum_B v_i)^{\alpha_2}\right]^{\alpha_3}}\sqrt{\frac{1}{M_A}+\frac{1}{M_B}} \qquad (25)$$

unde :

C este constantă ;

Σv_i — parametrul special de difuzie numit și volum de difuzie ; valoarea lui se obține prin însumarea volumelor atomice speciale de difuzie, a grupurilor și caracteristicilor structurale ale speciilor care difuzează ;

α_1, α_2, α_3 — exponenți arbitrari.

Valorile constantei, ale parametrilor și ale exponenților din această ecuație sînt valori optimizate obținute prin analiza neliniară a celor mai mici pătrate, a datelor de difuzie corespunzătoare unui număr de 150 binare gazoase. În acest caz ecuația (25) devine :

$$D = \frac{1\cdot 10^{-3}\cdot T^{1{,}75}}{P\left[(\sum_A v_i)^{1/3} + (\sum_B v_i)^{1/3}\right]^2}\sqrt{\frac{1}{M_A}+\frac{1}{M_B}} \qquad (26)$$

Volumele atomice speciale de difuzie sînt similare cu volumele atomice Le Bas, numai că valorile lor sînt cu circa 10—15 % mai mici. Autorii metodei au optimizat și aceste valori pe care le-au dat în cadrul lucrării (tabela 5).

TABELA 5

Volume speciale de difuzie ale atomilor		Volume speciale de difuzie ale moleculelor simple	
Carbon	16,50	CO_2	26,90
Hidrogen	1,98	Aer	20,10
Oxigen	5,48	H_2	7,07
Azot	5,69	O_2	16,60
Clor	19,50	SO_2	41,10
Sulf	17,00	H_2O	12,70
Inel aromatic sau heterociclic	— 20,20	Cl_2	37,70

După părerea autorilor, rezultatele obținute prin această metodă sînt foarte bune, diferența medie față de valorile experimentale fiind de numai 4,3 %.

Pentru caracterizarea metodelor de calcul prezentate, acestea vor fi grupate în două categorii :

— Prima categorie cuprinde metodele de tip Gilliland (ecuațiile 9, 11, 12, 24, 26). Aceste metode constau dintr-o ecuație propriu-zisă și un set limitativ de parametri atomici și structurali obținuți relativ ușor. Ele nu cer date suplimentare și ca atare au un domeniu de aplicabilitate mult mai larg.

— Cea de a doua categorie include metodele de tip Hirschfelder (ecuația 16 și 21). Aceste metode redau coeficientul de difuzie în funcție de diferite proprietăți moleculare care necesită date suplimentare mai greu disponibile, de exemplu cunoașterea forțelor intermoleculare, a diametrelor de ciocnire etc. Datorită acestui fapt metodele, cu toate că dau rezultate bune, au un domeniu de aplicabilitate mult mai restrîns.

Pentru ambele categorii de metode domeniul de aplicabilitate este limitat și de presiune. Aceste metode sînt valabile numai în domeniul presiunilor joase (cel mult 10 atm.) deoarece numai în acest caz coeficientul de difuzie este invers proporțional cu presiunea.

În ceea ce privește exactitatea acestor metode, studiile efectuate de O t h m e r — C h e n [12], F u l l e r și colab. [13] au arătat că cea mai bună concordanță cu datele experimentale o dă metoda Fuller și colab., după care urmează metodele Wilke—Lee, H i r s c h f e l d e r și colab., O t h m e r—C h e n etc.

Aprecierea a fost făcută pe baza confruntării valorilor experimentale ale coeficienților de difuzie cu valorile calculate prin diferite metode pentru un număr limitat de binare gazoase. De aceea ea nu poate avea un caracter general.

Exemplul 1. Calculul coeficientului de difuzie a vaporilor de benzen în aer la temperatura de 25°C și presiunea atmosferică :

— prin relația Gilliland :

$$\sqrt{\frac{1}{M_A}+\frac{1}{M_B}} = \sqrt{\frac{1}{29}+\frac{1}{78}} = 0{,}2175\,;$$

$$T^{3/2} = (273 + 25)^{3/2} = 5120.$$

Din tabela 1 : $V_A = 29{,}9$ cm³/mol, iar $V_B = 6.14{,}8 + 6.3{,}7 - 15 = 96$ cm³/mol. Atunci $V_A^{1/3} = (29{,}9)^{1/3} = 3{,}1$, $V_B^{1/3} = (96)^{1/3} = 4{,}57$, iar $(V_A^{1/3} + V_B^{1/3})^2 = 58{,}7$.

Introducînd aceste valori în ecuația (9) rezultă :

$$D = \frac{0{,}0043 \cdot 5120 \cdot 0{,}2175}{1 \cdot 58{,}7} = 0{,}0815 \text{ cm}^2/\text{s}\,;$$

— prin relația Andrussov :

$$D = \frac{7{,}98 \cdot 10^{-4} \cdot 298^{1{,}78}\ (1 + \sqrt{29 + 78})}{1.58{,}7\ \sqrt{29 \cdot 78}} = 0{,}0844 \text{ cm}^2/\text{s}\,;$$

— prin relația Arnold :

$$T_{bA} = 80 \text{ K, iar } T_{bB} = 351{,}1 \text{ K};$$

atunci $C_A = 1{,}47.80 = 117{,}5$, $C_B = 1{,}47 \cdot 353{,}1 = 519$,

$$C_{AB} = \left(\frac{2\sqrt{3{,}1 + 4{,}57}}{3{,}1 + 4{,}57)}\right)^3 \sqrt{117{,}5 \cdot 219} = 93,$$

$$\text{iar } D = \frac{0{,}00837 \cdot 298^{5/2} \cdot 0{,}2175}{1.58{,}7\,(298 + 93)} = 0{,}122 \text{ cm}^2/\text{s}\,;$$

— prin relația Hirschfelder, Bird și Spotz ;
din tabela 4 : $\sigma_A = 3{,}617$ Å, $\sigma_B = 5{,}270$ Å, $(E/k)_A = 97$K și $(E/k)_B = 440$ K ;

$$\text{atunci } \sigma_{AB} = \frac{\sigma_A + \sigma_B}{2} = \frac{3{,}617 + 5{,}270}{2} = 4{,}4435 \text{ Å}$$

$$(E/k)_{AB} = \sqrt{(E/k)_A \cdot (E/k)_B} = \sqrt{97.440} = 206 \text{ K},$$

iar :

$$\frac{kT}{E_{AB}} = \frac{298}{206} = 1{,}448.$$

Din graficul 3 se obține funcția de ciocnire $f\left(\frac{kT}{E_{AB}}\right) = 0{,}615$,

rezultă :

$$D = \frac{9{,}2916 \cdot 10^{-4} \cdot 5120 \cdot 0{,}2175}{1 \cdot (4{,}435)^2 \cdot 0{,}615} = 0{,}0852 \text{ cm}^2/\text{s}\,;$$

— prin relația Wilke—Lee :

$$D = \frac{(0{,}00107 - 0{,}000246 \cdot 0{,}2175) \cdot 5120 \cdot 0{,}2175}{1 \cdot (4{,}4435)^2\ 0{,}615} =$$

$$= 0{,}0932 \text{ cm}^2/\text{s}\,;$$

— prin relația Slattery—Bird :

$$T_{c,A} = 131{,}1 \text{ K}, \quad T_{c,B} = 562{,}45 \text{ K}, \quad P_{c,A} = 37{,}02 \text{ atm},$$

$$P_{c,B} = 48{,}6 \text{ atm}\,;$$

$$T_{c,AB} = (132{,}1 \cdot 562{,}45)^{1/2} = 272{,}5 \text{ K}\,;$$

$$P_{c,AB} = (37{,}02 \cdot 48{,}6)^{1/2} = 42{,}4 \text{ atm}\,;$$

$$M_{AB} = \frac{2 \cdot 29 \cdot 78}{29 + 78} = 42{,}3\,;$$

atunci:

$$D = \frac{3{,}882 \cdot 10^{-4}\ (298/272.5)^{1{,}823}}{1 \cdot (42{,}3)^{1/2}\,(42{,}4)^{-2/3}\,(272{,}5)^{-5/6}} = 0{,}0906\ \text{cm}^2/\text{s};$$

— prin relația Othmer—Chen;

$\mu_{aer} = 0{,}01837$ cP, $V_{c,A} = 88{,}4\text{cm}^3/\text{mol}$, $V_{c,B} = 257\text{cm}^3/\text{mol}$;

rezultă:

$$D = 2{,}52 \cdot 10^7 \cdot 0{,}01837^{2{,}74} \left[\frac{0{,}2175}{(88{,}4^{0{,}4} + 257^{0{,}4})^2}\right]^{1{,}23} =$$

$$= 0{,}0838\ \text{cm}^2/\text{s};$$

— prin relația Fuller, Schttler și Giddings;

din tabela 5:

$$\sum_A v_i = 20{,}1, \text{ iar } \sum_B v_i = 6.16{,}5 + 61{,}98 - 20{,}2 = 90{,}7;$$

rezultă:

$$D = \frac{1.10^{-3} \cdot 298^{1{,}75} \cdot 0{,}2175}{1(20{,}1^{1/3} + 90{,}7^{1/3})^2} = 0{,}0924\ \text{cm}^2/\text{s},$$

Valoarea experimentală a coeficientului de difuzie este 0,0961 cm²/s.

Influența concentrației amestecului binar asupra coeficientului de difuzie

Mulți cercetători au analizat teoretic și experimental influența concentrației amestecului asupra coeficientului de difuzie. Încă din 1899, Meyer [14] a dedus o ecuație teoretică care indică variația coeficientului de difuzie cu raportul dintre cantitățile celor două gaze ce formează amestecul. În ultimul timp, de această problemă s-a ocupat Jeans [5] și Hirschfelder [9]. Ei au arătat că variația difuzivității cu concentrația amestecului este importantă numai cînd raportul dintre masele moleculare ale celor două gaze este mare (de exemplu H_2—CO_2). În marea majoritate a cazurilor efectul concentrației este așa de mic încît se poate neglija.

Autodifuzia

Autodifuzia reprezintă interdifuzia moleculelor cu aceeiași masă și aceleași dimensiuni. De aceea ea este considerată ca o formă limită a difuziei în amestecurile binare.

Coeficientul de difuzie definit prin ecuația (6) reprezintă de fapt un coeficient de autodifuzie deoarece la stabilirea ecuației s-a plecat de la ipoteza că moleculele sînt de dimensiuni și mase egale.

Cînd moleculele dintr-un gaz sînt identice din punct de vedere fizic, este imposibil să se măsoare interdifuzia lor, cu toate acestea în unele cazuri speciale (de exemplu, cazul interdifuziei izotopilor[1]) sau cazul interdifuziei formelor orto și para) este posibil să se măsoare valori ce sînt apropiate de valorile coeficienților de autodifuzie.

Pe baza teoriei cinetice a gazelor, difuzia unui gaz prin el însuși a fost definită și prin ecuația:

$$\mu/\rho D = \text{constant} \qquad (27)$$

unde ρ și μ reprezintă densitatea, respectiv viscozitatea gazului.

Grupul $\mu/\rho D$ este adimensional și poartă numele de numărul lui Schmidt. Valoarea lui prezintă o importanță deosebită în procesele de transfer de masă.

Influența temperaturii și presiunii asupra coeficientului de difuzie

Teoria cinetică a gazelor indică o creștere puternică a coeficientului de difuzie cu temperatura și o scădere rapidă cu presiunea. Matematic acest lucru reiese chiar din ecuațiile de estimare conform cărora coeficientul de difuzie este proporțional cu temperatura la o anumită putere și invers proporțional cu presiunea. Studiul teoretic arată că D variază cu temperatura la puterea 3/2, iar observațiile practice arată că această putere are valori cuprinse între 1,6 și 1,8 [15].

Sutherland [16] dă următoarea relație de variație a coeficientului de difuzie cu temperatura:

$$\frac{D_T}{D_0} = \frac{273 + C}{T + C}\left(\frac{T}{273}\right)^{5/2} \qquad (28)$$

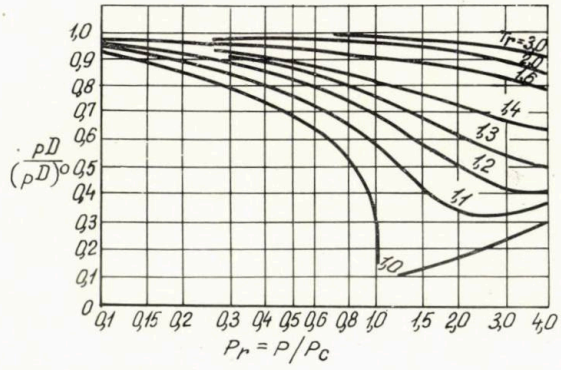


Fig. 5. Variația coeficientului de autodifuzie cu presiunea

unde C reprezintă o constantă a cărei valoare se calculează cu ecuația (14) sau se aproximează cu ecuația (15), iar D_0 și D_T coeficienții de difuzie la 273 °K, respectiv temperatura T. Cal-

[1] În cazul cînd o formă izotopică a unui gaz difuzează într-o altă formă, înaintarea difuziei poate fi urmărită prin tehnica trasorului.

culînd în acest mod constanta C rezultatele obținute cu ecuația (28) nu sînt la fel de bune ca cele obținute cu ecuația în care D variază cu temperatura la puterea 3/2.

Totuși, pe baza datelor experimentale referitoare la difuzie s-au găsit valori ale constantei C specifice fiecărei perechi de gaze, care introduse în ecuația (28) fac ca aceasta să reprezinte o corelare excelentă.

În ceea ce privește influența presiunii, pînă în prezent nu se dispune de o corelație cantitativă decît în domeniul presiunilor mici (cel mult 10 atm.) unde coeficientul de difuzie variază invers proporțional cu presiunea.

În domeniul presiunilor ridicate, datele de difuzie sînt foarte puține cu excepția cazului limită a difuziei, autodifuzia. Pentru acest caz variația coeficientului de autodifuzie cu presiunea poate fi estimată cu ajutorul diagramei din figura 5 elaborată de Slattery și Bird [11] pe baza teoriei cinetice a gazelor dense a lui Enskog și a unor date experimentale. În absența unor date mai exacte autorii sugerează folosirea figurii 5 și la estimarea variației coeficienților de difuzie cu presiunea înlocuind, în acest caz, parametrii critici cu parametrii pseudocritici calculați în funcție de compoziția amestecului. Deoarece datele experimentale necesare testării acestui ultim caz sînt foarte puține, valorile obținute nu pot fi considerate decît aproximative.

BIBLIOGRAFIE

1. Norman, W.S., Absorbtion, Distillation and Cooling Towers, Longmans, London, 1961.
2. Le Bas, The Moleculas Volumes of Liquid Chemical Compounds, Longmans, London, 1915.
3. Gilliland, E.R. În: Ind. Eng. Chem. **26**, 1934, p. 681.
4. Chapman, S. și Cowling, T.G. Mathematical Theory of Nonuniform Gases, Cambridge University Press, London, 1939.
5. Jean Sir James. Introduction to the Kinetic Theory of Gases, Cambridge Univ. Press, 1948.
6. Andrussow, L. În: Z. Electrochem. **54**, 1950, p. 566; În: Z. physik. Chem. **199**, 1952, p. 332.
7. Arnold, J.H. În: Ind. Eng. Chem. **22**, 1930, p. 1 091; În: J. Am. Chem. Soc., **52**, 1930, p. 3 937.
8. Partington, J.R. An Advanced Treatise on Physical Chemistry, **1**. Longmans, London, 1949.
9. Hirschfelder, J.O., Bird, R.B. și Spotz, E. L. În: J. Chem. Phys. **6**, 1948, p. 968; În: Chem Rev. **44**, 1949, p. 205.
10. Wilke, C.R. și Lee, C.Y. În: Ind. Eng. Chem., **47**, 1955, p. 1 253.
11. Slattery, J.C. și Bird, R.B. În: A.I. Ch. E.J., **4**, 1958, p. 137.
12. Othmer, D. F. și Chen, T.H. În: I.E.C. Proces dessign and development **1**, **4**, 1962.
13. Fuller, N.R., Schttler, P.D. și Giddings, J.C. În: Ind. Eng. Chem. **58**, **5**, **19** 1966.
14. Meyer, C.E. Kinetic Theory of Gases, Longmans, Roberts and Green, London 1899.
15. Kennard, E.R. Kinetic Theory of Gases, Mc Graw—Hill, New York, 1938.
16. Sutherland, W. Phil. Mag., **36**, 1893, p. 507; **38**, 1894, p. 1.

Exergia fizică a fracţiunilor petroliere

D. Dobrinescu

Exergia este o noţiune termodinamică, relativ nouă, utilizată din ce în ce mai mult în analiza funcţionării diverselor aparate sau instalaţii, atît energetice, cît şi neenergetice.

Prin exergie se defineşte, în general, acea parte a unei energii care poate fi transformată într-o altă formă de energie. Exergia este prin urmare o energie transformabilă, deci partea valoroasă a unei energii. Energia netransformabilă, sau diferenţa dintre o energie şi exergia corespunzătoare acesteia, poartă numele de anergie. În majoritatea cazurilor practice, exergia se poate considera ca fiind acea parte a unei energii care poate fi transformată în lucru mecanic [4].

După cum se ştie, pentru a se realiza într-o incintă o presiune mai mare sau o presiune mai mică decît presiunea atmosferică, o temperatură mai mare sau o temperatură mai mică decît temperatura atmosferică, este necesar întotdeauna un consum de energie (şi, obişnuit, şi o aparatură specifică). Invers, dacă se dispune, de exemplu, de un flux de fluid cu o presiune mai mare decît presiunea atmosferică şi cu o temperatură mai mare decît temperatura atmosferică, prin aducerea acestui fluid la starea ambiantă (presiunea şi temperatura atmosferică), se poate obţine o energie utilizabilă. Un lichid sub presiune poate produce lucru mecanic prin intermediul unei turbine hidraulice, gazele sau vaporii sub presiune pot produce lucru mecanic prin intermediul unei turbine sau al unei maşini cu piston, un motor termic poate produce lucru mecanic prin absorbţie de căldură de la un fluid cald (sursa caldă) şi cedare de căldură mediului ambiant (sursa rece) etc. Există diverse posibilităţi de obţinere a lucrului mecanic, prin aducerea unui fluid cu presiune şi temperatură ridicate la starea de echilibru cu mediul ambiant.

Prin definiţie, prin exergie fizică (se numeşte fizică, pentru a fi deosebită de exergia chimică) a unui flux de fluid (un curent continuu de fluid) se înţelege lucrul mecanic tehnic care ar putea fi obţinut cu ajutorul acelui fluid, printr-un proces reversibil (fără frecare) efectuat între starea sa iniţială şi starea de echilibru cu mediul ambiant, în care se schimbă căldură izotermic numai cu mediul ambiant şi în care variaţia energiei chimice, variaţia energiei cinetice şi variaţia energiei potenţiale sînt nule [2, 3].

Pentru a se aduce un flux de fluid care are iniţial, de exemplu, o presiune mai mare decît presiunea atmosferică ($p_1 > p_0$) şi o temperatură mai mare decît temperatura atmosferică ($T_1 > T_0$), la starea de echilibru cu mediul ambiant, în condiţiile definiţiei anterioare, se pot imagina două procese în serie :

— o destindere adiabatică reversibilă, între T_1 şi T_0, presiunea scăzînd de la valoarea iniţială p_1 pînă la o valoare intermediară p_x ;

— o destindere izotermică reversibilă, între p_x şi p_0, la temperatura mediului ambiant T_0, transformare în care se absoarbe căldură.

Aplicînd expresia generală a primului principiu al termodinamicii (scrisă pentru un kg de fluid) :

$$q_{12} - l_{t\,12} = i_2 - i_1$$

celor două procese componente, se obţin :

$$- l_{t1x} = i_x - i_1$$

$$q_{x\,0} - l_{tx0} = i_0 - i_x$$

Însumînd, membru cu membru, aceste două relaţii, rezultă :

$$q_{xo} - l_{t10} = i_0 - i_1$$

Deoarece :

$$q_{x0} = T_0 (s_0 - s_x) = T_0 (s_0 - s_1)$$

se poate scrie în continuare :

$$l_{t10} = i_1 - i_0 - T_0 (s_1 - s_0)$$

Lucrul mecanic tehnic rezultat reprezintă, conform definiţiei anterioare, exergia fizică specifică a unui flux de fluid. Renunţînd la indicele stării iniţiale, se poate scrie în final :

$$e = i - i_0 - T_0 (s - s_0) \qquad (1)$$

În această relaţie e reprezintă exergia fizică specifică afluxului de fluid, i entalpia specifică a fluidului în starea dată, i_0 entalpia specifică a fluidului la starea mediului ambiant, T_0 tem-

peratura absolută a mediului ambiant, s entropia specifică a fluidului în starea dată și s_0 entropia specifică a fluidului la starea mediului ambiant.

Cunoașterea valorilor exergiei fizice specifice a fracțiunilor petroliere, în fază lichidă sau în fază vapori, este necesară pentru întocmirea bilanțurilor exergetice și pentru calcularea indicilor exergetici, a randamentelor exergetice și a consumurilor specifice de exergie, în cazul diverselor instalații tehnologice din industria de petrol [4]. Analiza exergetică, a unor aparate individuale sau a unor instalații în ansamblu, este o metodă nouă de apreciere a funcționării diverselor aparate și instalații, care scoate în evidență toate pierderile cauzate de ireversibilitatea unor fenomene (pierderile de căldură către mediul ambiant, pierderile prin frecare, pierderile cauzate de schimbul de căldură la diferență finită de temperatură, pierderile prin procese de ardere, pierderile prin procese de difuzie etc.) [5, 8, 10].

Exergia fizică specifică a fracțiunilor petroliere lichide

Exergia fizică specifică a unui flux de fluid într-o stare oarecare este dată de relația (1).

Această relație se aplică ușor, cu condiția cunoașterii valorilor entalpiei și entropiei specifice la diverse temperaturi și presiuni, ca, de exemplu, în cazul apei și aburului [9], al unor hidrocarburi pure (din diagramele presiune-entalpie) etc.

În cazul fracțiunilor petroliere, necunoscîndu-se, în primul rînd, valorile entropiilor specifice, relația (1) nu poate fi aplicată. Este deci necesar să se stabilească pentru acest caz alte relații de calcul, care să poată fi aplicate cu datele experimentale existente și care să conducă totuși la rezultate satisfăcătoare.

Exergia fizică a unui flux de fluid într-o stare dată poate fi interpretată ca fiind exergia consumată teoretic pentru a aduce fluidul de la starea mediului ambiant la starea oarecare dată (obișnuit $T > T_0$ și $p > p_0$).

Această schimbare de stare poate fi considerată ca efectuîndu-se după următoarea schemă :

$$\begin{array}{ccccc} \text{lichid} & \longrightarrow & \text{lichid} & \longrightarrow & \text{lichid} \\ T_0,\ p_0 & \overset{l}{\uparrow} & T_0,\ p & \overset{e_q}{\uparrow} & T,\ p \end{array}$$

În prima etapă are loc comprimarea lichidului, practic izotermică, de la p_0 la p, cu un consum de exergie egal cu lucrul mecanic specific l (lucrul mecanic este compus numai din exergie), iar în a doua etapă încălzirea izobară a lichidului, de la T_0 la T, cu un consum specific de exergie e_q (q reprezintă căldura consumată).

Lucrul mecanic specific se calculează cu relația :

$$l = \frac{p - p_0}{\rho_0} \tag{2}$$

în care, din cauza lipsei unor date satisfăcătoare cu privire la variația densității fracțiunilor petroliere lichide cu presiunea, se va utiliza densitatea fracțiunii la temperatura T_o și presiunea atmosferică normală.

Exergia căldurii consumate se exprimă prin relația [1, 6] :

$$e_q = q - T_0 \int_{T_0}^{T} \frac{dq}{T} \tag{3}$$

în care :

$$q = c_m (T - T_0)$$

Pentru fracțiunile petroliere lichide se poate neglija variația căldurii specifice cu presiunea, deci căldura specifică medie c_m se poate lua la presiunea atmosferică normală și la temperatura medie aritmetică dintre T_0 și T.

Dacă c_m se admite constant, relația (3) capătă forma :

$$e_q = c_m (T - T_0) - T_0 c_m \ln \frac{T}{T_0}$$

$$e_q = c_m \left(T - T_0 - T_0 \ln \frac{T}{T_0} \right) \tag{4}$$

În consecință, exergia fizică specifică a fracțiunilor petroliere lichide poate fi calculată cu relația :

$$e = l + e_q$$

$$e = \frac{p - p_0}{\rho_0} + c_m \left(T - T_0 - T_0 \ln \frac{T}{T_0} \right) \tag{5}$$

care poate fi scrisă și sub forma :

$$e = \frac{p - p_0}{\rho_0} + c_m (T - T_0) \left(1 - \frac{T_0 \ln \dfrac{T}{T_0}}{T - T_0} \right)$$

$$e = \frac{p - p_0}{\rho_0} + c_m (T - T_0) \left(1 - \frac{T_0}{T_m} \right) \tag{6}$$

în care T_m este temperatura medie logaritmică dintre T_0 și T (în majoritatea cazurilor practice, aceasta este foarte apropiată de temperatura medie aritmetică).

Pentru a se vedea în ce măsură metoda de calcul propusă și relația obținută (5) sînt corecte, s-au efectuat calcule de exergii pentru apă și cîteva hidrocarburi (la care s-au găsit datele necesare) atît cu relația exactă (1), cît și cu relația stabilită (5). S-a constatat că relația (5) dă, în raport cu relația exactă, în majoritatea cazurilor, erori de ordinul 1% și s-a tras concluzia că relația stabilită, în lipsa altor posibilități, este satisfăcătoare pentru calcularea exergiei fizice a fracțiunilor petroliere lichide.

O îmbunătățire în plus a relației (5) poate fi obținută prin utilizarea în deducerea ei a relațiilor experimentale existente, privind variația căldurii specifice a fracțiunilor petroliere lichide cu temperatura. Aceste relații exprimă variații liniare, deci sînt de forma:

$$c = a + b\ T$$

În acest caz, relația (3) poate fi scrisă astfel:

$$e_q = \int_{T_0}^{T} c\,dT - T_0 \int_{T_0}^{T} \frac{c\,dT}{T}$$

Înlocuindu-l pe c cu expresia anterioară și efectuînd integrările, rezultă:

$$e_q = a(T - T_0) + \frac{b}{2}(T^2 - T_0^2) - T_0 a \ln \frac{T}{T_0} -$$

$$- T_0 b (T - T_0)$$

$$e_q = a\left(T - T_0 - T_0 \ln \frac{T}{T_0}\right) + \frac{b}{2}(T - T_0)^2 \quad (7)$$

Cu această expresie a lui e_q, rezultă pentru exergia fizică specifică a produselor petroliere lichide următoarea relație:

$$e = \frac{p - p_0}{\rho_0} + a\left(T - T_0 - T_0 \ln \frac{T}{T_0}\right) + \frac{b}{2}(T - T_0)^2 \quad (8)$$

Conform relației experimentale a lui C r a g o e [7], modificată pentru a fi aplicabilă în Sistemul Internațional de unități de măsură, relație care exprimă variația căldurii specifice a fracțiunilor petroliere lichide, cu temperatura și densitatea relativă, și care are expresia:

$$c = \frac{0{,}7625 + 0{,}00339\ T}{\sqrt{\rho_{15}^{15}}}\ \frac{kJ}{kg \cdot K} \quad (9)$$

corespund următoarele valori ale constantelor a și b din relația (8):

$$a = \frac{0{,}7625}{\sqrt{\rho_{15}^{15}}} \quad (10)$$

$$b = \frac{0{,}00339}{\sqrt{\rho_{15}^{15}}} \quad (11)$$

Relația (8) se aplică în Sistemul Internațional (SI) de unități de măsură. S-a notat cu ρ_{15}^{15} densitatea relativă a fracțiunii petroliere în raport cu apa.

În cazul în care se cunoaște și factorul de caracterizare (k) al fracțiunii petroliere, căldura specifică poate fi exprimată prin relația mai exactă stabilită de W a t s o n și N e l s o n [7] (modificată de asemenea în SI):

$$c = [(1{,}285 - 0{,}703 \cdot \rho_{15}^{15}) + (0{,}00615 -$$

$$0{,}002306 \cdot \rho_{15}^{15}) \cdot T] \cdot (0{,}0551 \cdot k + 0{,}35)\ kJ/kg \cdot °K \quad (12)$$

În acest caz corespund pentru constantele a și b următoarele valori:

$$a = (1{,}285 - 0{,}703 \cdot \rho_{15}^{15})\ (0{,}0551 \cdot k + 0{,}35) \quad (13)$$

$$b = (0{,}00615 - 0{,}002306 \cdot \rho_{15}^{15})\ (0{,}0551 \cdot k + 0{,}35) \quad (14)$$

În relația (8) primul termen, care corespunde exergiei de comprimare, este neglijabil, în cazul în care temperatura fracțiunii petroliere este relativ mare, iar presiunea relativ mică. De exemplu, pentru $T_0 = 283°K$ și $p_0 = 1$ bar, în cazul unei fracțiuni petroliere lichide cu $\rho_{15}^{15} = 0{,}85$, la $T = 473°K$ și $p = 5$ bar, se obțin:

$$l = 0{,}47\ kJ/kg.°K$$

$$e_q = 103{,}5\ kJ/kg.°K$$

și deci e este aproximativ egal cu e_q. Cu cît T este mai depărtat de T_0 și cu cît p este mai apropiat de p_0, cu atît valoarea lui l este mai neglijabilă în raport cu valoarea lui e_q.

Exergia fizică specifică a fracțiunilor petroliere în fază de vapori

Relația (1) fiind generală, corespunde și fluidelor aflate în stare de vapori, dar ea nu poate fi aplicată numeric nici în cazul fracțiunilor petroliere în fază de vapori, din aceleași motive ca și în cazul fracțiunilor lichide.

Pentru fracțiunile petroliere în fază de vapori se poate admite următoarea serie de procese, care face posibilă calcularea exergiei fizice specifice, după o metodă asemănătoare cu cea stabilită în cazul anterior:

$$\begin{array}{ccccccccc} \text{lichid} & \rightarrow & \text{lichid} & \rightarrow & \text{lichid} & \rightarrow & \text{vapori} & \rightarrow & \text{vapori} \\ T_0,\ p_0 & \uparrow l & T_0, p & \uparrow e_{q_1} & T_f, p & \uparrow e_{q_2} & T_f, p & \uparrow e_{q_3} & T, p \end{array}$$

În prima etapă are loc comprimarea lichidului, practic izotermică, de la p_0 la p, cu un consum de exergie egal cu l și exprimat prin relația (2).

În a doua etapă are loc încălzirea izobară a lichidului, de la T_0 pînă la temperatura medie de fierbere corespunzătoare presiunii p, cu un consum specific de exergie e_{q_1}. Valoarea lui T_f se stabilește prin transpunerea temperaturii medii molare normale de fierbere a fracțiunii petroliere, cu ajutorul diagramei presiunilor de vapori ale hidrocarburilor, la presiunea p. Exergia e_{q_1} se calculează cu relația (7) (așa cum s-a arătat în cazul anterior), care cu notațiile corespunzătoare capătă forma:

$$e_{q_1} = a\left(T_f - T_0 - T_0 \ln \frac{T_f}{T_0}\right) + \frac{b}{2}(T_f - T_0)^2 \qquad (15)$$

În a treia etapă are loc vaporizarea izobară și izotermică (fracțiunea petrolieră este asimilată cu o hidrocarbură) a lichidului, cu un consum specific de exergie e_{q_2}. Notîndu-se cu r căldura latentă de vaporizare, și avîndu-se în vedere relația generală a exergiei căldurii:

$$e_q = q - T_0 \int \frac{dq}{T}$$

rezultă pentru e_{q_2} următoarea expresie:

$$e_{q_2} = r - T_0 \frac{r}{T_f} = r\left(1 - \frac{T_0}{T_f}\right) \qquad (16)$$

Căldura latentă de vaporizare (specifică) se ia la presiunea p, din diagrama de corelare a lui r, cu p și M (masa molară medie a fracțiunii petroliere).

În ultima etapă are loc încălzirea izobară a vaporilor, de la T_f pînă la T, cu un consum specific de exergie e_{q_3}.

Datorită faptului că și pentru fracțiunile petroliere în fază de vapori căldura specifică izobară (c_p) poate fi exprimată printr-o relație de tipul:

$$c_p = a' + b' \cdot T$$

se poate trage concluzia că e_{q_3} se poate calcula asemănător cu e_q din cazul anterior:

$$e_{q_3} = \int_{T_f}^{T} c_p \cdot dT - T_0 \int_{T_f}^{T} \frac{c_p \cdot dT}{T} = a'(T - T_f) + \frac{b'}{2}(T^2 - T_f^2) - T_0 a' \ln \frac{T}{T_f} - T_0 b' \cdot (T - T_f).$$

$$e_{q_3} = a'\left(T - T_f - T_0 \ln \frac{T}{T_f}\right) + \frac{b'}{2}(T - T_f)(T + T_f - 2T_0) \qquad (17)$$

Dacă integralele anterioare se rezolvă admițînd c_p constant, se obține:

$$e_{q_3} = c_p\left(T - T_f - T_0 \ln \frac{T}{T_f}\right)$$

În acest caz c_p se ia la temperatura medie aritmetică între T_f și T și la presiunea atmosferică, dacă nu se cunosc variațiile ei cu presiunea.

Însumînd cele patru exergii corespunzătoare proceselor discutate, se obține relația pentru calcularea exergiei fizice specifice a fracțiunilor petroliere în fază de vapori:

$$e = \frac{p - p_0}{\rho_0} + a\left(T_f - T_0 - T_0 \ln \frac{T_f}{T_0}\right) + \frac{b}{2}(T_f - T_0)^2 + r\left(1 - \frac{T_0}{T_f}\right) + a'\left(T - T_f - T_0 \ln \frac{T}{T_f}\right) + \frac{b'}{2}(T - T_f)\cdot(T + T_f - 2T_0) \qquad (18)$$

Metodica utilizată pentru stabilirea relației (18) a fost verificată prin efectuarea unor calcule de exergii, pentru abur și cîteva hidrocarburi pure în stare de vapori, atît cu relația exactă (1), cît și prin această metodică. S-a ajuns la concluzia că rezultatele obținute prin cele două moduri de calcul sînt foarte apropiate.

Din relația experimentală stabilită de B a l k e și K e e [7], modificată pentru a fi aplicabilă în Sistemul Internațional de unități de măsură, relație care exprimă variația căldurii specifice izobare a fracțiunilor petroliere în fază de vapori cu temperatura, densitatea relativă și factorul de caracterizare, și care are expresia:

$$c_p = \left(\frac{4 - \rho_{15}^{15}}{7{,}525} + \frac{4 - \rho_{15}^{15}}{877} \cdot T\right)(0{,}1195 \cdot k - 0{,}41) \frac{kj}{kgK} \qquad (19)$$

rezultă următoarele valori ale constantelor a' și b' din relația (18):

$$a' = \frac{4 - \rho_{15}^{15}}{7{,}525}(0{,}1195 \cdot k - 0{,}41) \qquad (20)$$

$$b' = \frac{4 - \rho_{15}^{15}}{877}(0{,}1195 \cdot k - 0{,}41) \qquad (21)$$

Relația lui B a l k e și K e e dă rezultate bune pînă la o presiune de 10 bar. În cazul presiunilor mai mari, c_p se multiplică cu un factor de corecție, care se ia în funcție de valoarea medie a presiunii reduse și a temperaturii reduse corespunzătoare [7 — p. 2089].

Aplicarea relaţiilor stabilite

În cele ce urmează se prezintă o aplicaţie numerică privind calculul exergiei fizice a unei fracţiuni petroliere aflată în fază de vapori, care acoperă şi cazul fracţiunilor petroliere lichide (T_f se înlocuieşte cu T). Această aplicaţie este necesară, pentru că în cele prezentate anterior nu s-au dat toate amănuntele referitoare la aplicarea numerică a relaţiilor stabilite.

Se preferă utilizarea unei singure lucrări accesibile [7], care să conţină toate datele necesare calculului, chiar dacă acestea nu sînt redate în Sistemul Internaţional de unităţi de măsură.

În continuare, se calculează exergia fizică a unui debit $m = 25$ kg/s de vapori de benzină, care ies pe vîrful unei coloane de fracţionare la $T = 418°K$ şi presiunea parţială $p = 1{,}1$ bar. Benzina are densitatea relativă în fază lichidă $\rho_{15}^{15} = 0{,}750$ şi temperatura medie molară normală de fierbere $T_{nf} = 393°$K. Mediul ambiant este caracterizat prin $T_0 = 283°$K şi $p_0 = 1{,}01$ bar.

Din diagrama de corelare a parametrilor ρ_{15}^{15}, T_{nf}, k şi M [7 — p. 2110], pentru $\rho_{15}^{15} = 0{,}750$ şi $T_{nf} = 393°$K (120°C) se citesc: $k = 11{,}8$ şi $M = 110$.

Din diagrama presiunilor de vapori ale hidrocarburilor [7 — p. 2047], pentru $T_{nf} = 393°$K şi presiunea normală atmosferică 1,013 bar (760 mm col. Hg), se stabileşte hidrocarbura echivalentă benzinei, şi pentru aceasta, la $p = 1{,}1$ bar (825 mm col. Hg), se citeşte $T_f = 396°$K (123°C).

Din diagrama de corelare a parametrilor r, p şi M [7 — p. 2092], pentru $p = 1{,}1$ bar (1,085 atm) şi $M = 110$, se citeşte $r = 304$ kJ/kg (72,5 kcal/kg).

La $\rho_{15}^{15} = 0{,}750$ corespund $\rho_{293°K} = 745{,}2$ kg/m³ şi $\Delta\rho = 0{,}85$ kg/m³. K [7 — p. 2128 şi 2129], deci la $T_0 = 283°$K rezultă:

$$\rho_0 = 745{,}2 + 10 \,.\, 0{,}85 = 753{,}7 \text{ kg/m}^3$$

Pentru a se putea aplica relaţia (18), care exprimă exergia fizică specifică a fracţiunilor petroliere în fază de vapori, mai sînt necesare valorile constantelor corespunzătoare căldurilor specifice ale lichidului şi vaporilor, care se calculează cu relaţiile (10), (11), (20) şi (21).

$$a = \frac{0{,}7625}{\sqrt{0{,}750}} = 0{,}881$$

$$b = \frac{0{,}00339}{\sqrt{0{,}750}} = 0{,}003915$$

$$a' = \frac{4 - 0{,}750}{7{,}525}(0{,}1195 \cdot 11{,}8 - 0{,}41) = 0{,}4325$$

$$b' = \frac{4 - 0{,}750}{877}(0{,}1195 \cdot 11{,}8 - 0{,}41) = 0{,}00371$$

Exergia fizică specifică a vaporilor de benzină, în condiţiile date, va fi:

$$e = \frac{1{,}1 - 1{,}01}{753{,}7} \cdot 10^2 + 0{,}881\left(396 - 283 - 283 \cdot 2{,}3 \lg \frac{396}{283}\right) + \frac{0{,}003915}{2}(396 - 283)^2 + 304\left(1 - \frac{283}{396}\right) + 0{,}4325 \cdot \left(418 - 396 - 283 \cdot 2{,}3 \lg \frac{418}{396}\right) + \frac{0{,}00371}{2}(418 - 396) \cdot (418 + 396 - 2 \,.\, 283) = 0{,}012 + 15{,}86 + 25 + 86{,}6 + 2{,}9 + 10{,}12 = 140{,}492 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}.$$

Exergia fizică corespunzătoare debitului dat este:

$$E = m \cdot e = 25 \cdot 140{,}492 = 3512{,}3 \text{ kW}.$$

În acest exemplu se constată că, din termenii care intră în calculul exergiei, cel mai important este exergia de vaporizare şi că exergia de comprimare este neglijabilă.

BIBLIOGRAFIE

1. Dinculescu, C., Dănilă, N. şi Pimsner, V. Analiza termodinamică a schemelor centralelor electrice, Bucureşti, Ed. Academiei R.S.R., 1967.
2. Dobrinescu, D. În: Petrol şi gaze, **20**, nr. 9, 1969, p. 686.
3. Dobrinescu, D. Analiza exergetică a pompelor şi compresoarelor Buletinul I.P.G.G., **17**, partea 3-a 1970.
4. Dobrinescu, D. Bilanţul exergetic al unei instalaţii de distilare atmosferică. În: Petrol şi gaze, 23, 1972, nr. 3.
5. Nerescu, I. şi Radcenco, V. Analiza exergetică a proceselor termice. Bucureşti, Ed. tehnică, 1970.
6. Radu—Cernea, A. Utilizarea calculelor exergetice în studiul proceselor termodinamice caracteristice instalaţiilor termomecanice, Buletinul I.S.P.E., **X**, nr. 1, 1967, p. 5—83.
7. Raşeev, S. Proprietăţile fizice şi fizico-chimice ale hidrocarburilor, ţiţeiului şi fracţiunilor din ţiţei. Manualul chimistului, 2, Bucureşti, Ed. tehnică, 1949.
8. Szargut, J. şi Petela, R. Egzergia, Warszawa, Wydawnictwa Naukowo — Techniczne, 1965.
9. Vukalovici, M.P. Proprietăţile termodinamice ale apei şi ale aburului, Bucureşti, Ed. tehnică, 1967.
10. *** Aplicaţiile practice ale exergiei în procesele de transformare energetice, Bucureşti, I.D.T., 1963.

Notă tehnică

Repartiţia rezervelor de gaze naturale pe glob

Gazele naturale apar mult mai tîrziu în economia mondială ca sursă de energie şi recent ca materie primă în industrie.

În general, gazele naturale pot înlocui cu succes cărbunii şi ţiţeiul în ceea ce priveşte producerea de energie şi totodată sînt o sursă de materie primă pentru industria chimică. Folosirea lor în diverse ramuri ale economiei măreşte eficienţa proceselor tehnologice, îmbunătăţeşte calitatea producţiei şi reduce consumul specific de combustibil, materie primă şi cheltuieli de muncă.

În prezent, industria de gaze cunoaşte o mare dezvoltare în economia ţărilor avansate, ca : U.R.S.S., S.U.A., Canada etc.

Pentru prima dată, gazele naturale sînt menţionate în documentele anului 1814 cînd erau folosite pentru iluminat. De utilizarea lor însă la scară mondială se poate vorbi numai în jurul celui de al doilea război mondial, odată cu dezvoltarea tehnicii extractive. Dificultăţile exploatării lor rezidă în faptul că în general gazele naturale sînt cantonate la adîncimi mari (de la 500 — 4 000 m) şi necesită o aparatură specială pentru extragere.

Gazele naturale fac parte din familia bitumurilor naturale. Bitumul natural este un amestec complex de hidrocarburi gazoase, lichide şi solide şi se deosebeşte de celelalte organolite prin aceea că este solubil în eter, acetonă şi alţi solvenţi ai hidrocarburilor, ceea ce uşurează folosirea lor în industria chimică*.

Geneza gazelor

Bitumurile se împart în două mari categorii, şi anume : de origină internă sau minerală şi externă sau organică.

În prezent se consideră că formarea gazului natural a început înainte de apariţia vieţii pe pămînt. Se presupune că în etapa prebiotică au existat procese de formare a metanului pe cale anorganică din materie minerală prin unirea directă a carbonului cu hidrogenul.

Aceste procese însă nu au dus la formarea actualelor zăcăminte de hidrocarburi, deoarece ele au fost în cea mai mare parte oxidate în urma proceselor de fotosinteză.

Apariţia hidrocarburilor în unele roci eruptive a determinat pe unii cercetători ca N. A. Kudreavţev, B. Porfiriev, să considere că există o legătură genetică între acestea şi roca unde sînt cantonate.

Ipoteza menţionată este însă contestată de unii cercetători care consideră că prezenţa hidrocarburilor în rocile eruptive provine din formaţiunile sedimentare vecine.

Ipoteza organică pentru care optează majoritatea cercetătorilor (I. O. Brod, M. V. Lomonosov, Sestepalov, C. Engler, H. Hoefer, N. Grigoraş, S. Pauliuc etc.) consideră că gazul natural se formează din materie organică acumulată în sedimente în curs de formare şi care este atacată de bacterii în prezenţa apei. Pe măsură ce materia organică acumulată se scufundă, reacţiile bacteriene se reduc, pentru a se opri la 15—20 m adîncime datorită lipsei aerului.

Se formează astfel o masă compactă de materie organică care este supusă la presiuni din ce în ce mai mari şi care în prezenţa sărurilor metalice, care fac oficiul de catalizatori, intră într-un nou proces chimic. Aceste reacţii chimice transformă materia organică reziduală în kerogen, o macromoleculă cu legături foarte complexe. Prin continuarea procesului de sedimentare de la suprafaţă, formaţiunea kerogen se scufundă şi este supusă la temperaturi şi presiuni din ce în ce mai mari. Din acest moment începe procesul de transformare a kerogenului în prima fază în petrol, în a doua fază în metan, iar în a treia, în grafit şi metan.

Procesul este accentuat în funcţie de presiunile şi temperaturile la care se desfăşoară reacţiile chimice. Acest proces în lanţ explică asociaţiile de ţiţei, gaze şi gaze condensate sub care apar hidrocarburile în zăcămînt.

De exemplu, în Golful Mexic la adîncimea de peste 2 500 m, numai 50 % din sondele forate produc gaze, în schimb la adîncimi de peste 3 000 m, circa 70 % sînt gazeifere.

Cercetările întreprinse au demonstrat că formarea hidrocarburilor exploatate în prezent au început în epoca prebiotică. Primele formaţiuni au loc în proterozoicul superior, însă în cantităţi reduse.

Cercetătorul I. Brod consideră ca o condiţie esenţială în geneza hidrocarburilor, existenţa depresiunilor care să se fi menţinut în această stare un timp geologic cît mai lung, depresiuni care să fie supuse unui proces permanent de scufundare.

Aceste tendinţe de scufundare a depresiunilor trebuie să predomine atît în timpul oscilaţiilor mari ale scoarţei terestre, cît şi în timpul mişcărilor de mare amploare a scoarţei.

Pornind de la aceste ipoteze, Howard în anul 1944, Pratt şi I. Brod în 1951, au constatat că principalele acumulări de gaze în scoarţa pămîntului sînt înmagazinate în aşa zişii doi poli principali de concentrare a hidrocarburilor, şi anume :

— primul pol, în sud-estul platformei ruse ;
— al doilea pol, în sudul platformei nord americane.

Ambii poli, unde sînt concentrate cantităţi mari de hidrocarburi, sînt regiuni de scufundare constantă, proces ce a început în Paleozoic şi s-a terminat în Terţiar.

Alţi cercetători consideră că între formarea acumulărilor gazeifere şi marile mişcări ale scoarţei pămîntului este o strînsă legătură. Bazat pe această ipoteză, I.C. Bogdanovici propune următoarea clasificare :

1) o primă grupă de acumulări ce aparţine de marginile platformelor cu fundament precambrian ;

2) a doua grupă ce aparţine de platforma cu fundament jurasic ;

3) a treia grupă de acumulări ce ţine de depresiunile de la marginea regiunilor cutate cu zăcăminte terţiare.

O interesantă clasificare făcută pe criterii geomorfologice, cît şi geotectonice este aceea a lui Brod.

În prima grupă el cuprinde bazinele legate de depresiunile din platformele cu relief de cîmpie (Baz. Tungusla, Buhara, Irkutsk etc.)

În grupa a II-a, bazinele legate de depresiunile de contact delimitate de o parte de munţi şi de altă parte de relieful de cîmpie (Cîmpia Misissipi — Venezuela, Pre-Caucaz, Svero -stavropol).

Grupa a III-a se referă la bazinele legate de depresiunile intramontane, bazine ce sînt mărginite din toate părţile de munţi, de exemplu : Blanco-Basin din Mexic, bazinul Panonic — (sudul Caspicii), bazinul Transilvaniei etc.

S-au încercat şi alte clasificări de diverşi cercetători, clasificări, care după părerea noastră, duc la concluzia că existenţa zonelor de acumulare gazeiferă, în orice bazin, este determinată de geotehtonica acestuia, care se reflectă şi în configuraţia geomorfologică.

În concluzie, se poate afirma pe baza studierii unui bogat material de prospecţiuni geologice, condiţionat de forma

* Gazul natural cuprinde: metan, butan, propan, CO şi unele gaze necombustibile.

bazinului, că acumulările de gaze formate în paleozoic și acoperite de depozite mezozoice se găsesc în depresiunile interioare din platformele cu fundament precambrian, în timp ce depresiunile de platformă și cele intramontane sînt legate de acumulările din depozitele terțiare.

Asupra cantităților de gaze formate în diferite epoci geologice există păreri deosebite între cercetători.

Astfel în tabela 1 se redă comparativ estimările făcute de A.I. Levorson și M.T. Halbouty:

TABELA 1

Rezervele de hidrocarburi acumulate în diferite etaje geologice

Erele	A. I. Levorson, (gaze + + petrol) % din rezervele mondiale	M. T. Halbouty, % din rezervele mondiale
Paleozoic	12	25
Mezozoic (din care		
Jurasic + Triasic)	13	65
Cretacic	17	—
Terțiar	58,1	10

După M.T. Halbouty, rezultă concentrarea zăcămintelor de gaze în proporție de 65 % în Mezozoic, după cercetătorii A.I. Levorson cea mai mare concentrare de 50 % este în Terțiar.

Estimările făcute pînă în prezent în acest domeniu, avînd la bază statistica straturilor în care zăcămintele au fost depistate, nu pot fi exacte datorită însăși metodei de estimare care poate duce la abateri mari în funcție de volumul zăcămintelor noi identificate.

În orice caz, trebuie avut în vedere și faptul că zăcămintele formate în epocile mai vechi au fost în mare parte distruse prin procese de eroziune și degradare, ceea ce face să se considere că estimarea făcută de Levorson este mai aproape de realitate.

Evoluția și repartiția rezervelor de gaze naturale

Evoluția, tehnicile și metodele de estimare a zăcămintelor, de care se dispune în prezent, nu permit să se determine în mod absolut rezervele mondiale de gaze.

Creșterea continuă a cererilcr de hidrocarburi pe plan mondial a creat însă necesitatea de extindere a prospecțiunilor ceea ce a dus la descoperirea de noi zăcăminte. În consecință, estimarea rezervelor de gaze făcute pînă în prezent este aproximativă și nu trebuie considerată definitivă. În acest sens, este edificator să se arate că volumul rezervelor mondiale descoperite este în creștere și în concordanță cu procesul amplu de dezvoltare și de industrializare a omenirii. Astfel, între anii 1960—1970 rezervele de gaze naturale în lume au crescut ajungînd de la 18 600 mrd. m³ la 46 723 mrd. m³.

TABELA 2

Dinamica rezervelor mondiale de gaze naturale, în unele continente, în perioada 1960—1970

Continentele	Anii				
	1960	1965	1968	1969	1970
America de nord	7910	9060	9350	9550	9793
America centrală și de sud	1200	1420	1800	1450	1786
Europa occidentală	510	2050	3500	3825	4181
Orientul mijlociu	4800	5520	6400	6860	10026
Africa	1460	2440	4400	4815	5420
Extremul orient și australian	520	535	1450	1600	1594
Țările socialiste din care URSS — 14983	2200	2280	10000	10550	15620

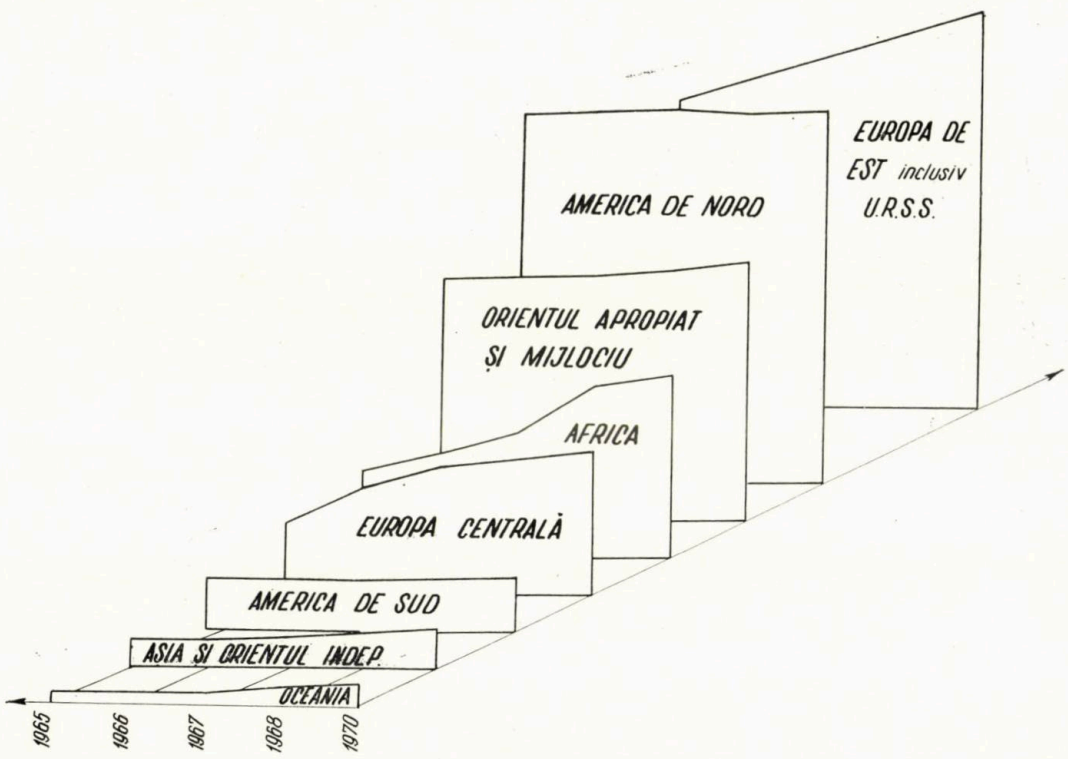


TABELA 3

Repartiția geografică a rezervelor mondiale de gaze. Din repartiția rezervelor de gaze pe continente la nivelul anului 1970 se constată următoarele [1]:

1. Europa de Est inclusiv Siberia	33,4 %
din care U.R.S.S. deține	32 %
(Restul țărilor socialiste)	1,4 %
2. America de Nord	21 %
3. America de Sud	4 %
4. Extremul orient	4 %
5. Orientul Mijlociu	22 %
6. Africa	12 %
7. Europa occidentală	9 %

Prima observație ce se desprinde este aceea că rezervele mondiale cele mai mari se află în prezent în zonele industrializate — Europa de Est, America de Nord și Orientul Mijlociu.

Din tabela 3 se constată că rezervele se concentrează în trei țări: U.R.S.S., care deține în prezent 32 %, și anume: 14 983 mrd, la 1.XII.1970 din rezervele mondiale; Statele Unite care dețin 7 499 mrd. m³, respectiv 16,7 % și Iran 6 056 mrd. m³, respectiv 12,8 %.

De altfel pe teritoriul acestor țări se găsesc cei doi ,,poli'' de concentrare a hidrocarburilor — așa cum s-a arătat anterior.

Dacă se ia ca bază rezervele mondiale existente în anul 1965, dinamica rezervelor de gaze este următoarea:

1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
100 %	109 %	116 %	126 %	134 %	141 %	148 %

Rezultă că ritmul mediu anual de creștere a rezervelor mondiale este de circa 7 % pe an.

În ceea ce privește dinamica volumului de gaze extrase în această perioadă este:

1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971
100 %	116 %	126 %	133 %	157 %	164 %	175 %

Rezultă că ritmul anual de creștere a consumului de gaze este de circa 9 %.

Totodată trebuie să se arate că față de rezervele mondiale estimate în prezent, cantitatea ce se extrage este de numai 2,5 % pe an.

Perspectivele dezvoltării industriei mondiale de gaze

Toate prognozele făcute pînă în prezent arată că perioada pînă la 1980 va fi caracterizată printr-o cerere explozivă de țiței, gaze naturale, produse petroliere și petrochimice.

Este de așteptat ca consumul de gaze naturale să crească de la 2,4 la 4,57 mrd. m³/zi și va furniza 18,1 % din necesarul mondial de energie.

Pentru anul 1973 prognozele efectuate evaluează un necesar de 3 mrd. m³/zi gaze naturale.

Mărirea consumului de gaze este pusă și pe seama creșterii considerabile a livrării acestora sub formă de gaze lichefiate. Datorită perfecționării tehnologiei de răcire a gazelor, rezervele de gaze din țările îndepărtate, care în prezent nu sînt valorificate, vor putea să concureze cu ceilalți combustibili extrași în țările consumatoare.

În țările slab dezvoltate din America Latină, rezervele prospectate, sînt pînă în prezent cele mai mici de pe glob. În mod deosebit trebuie remarcat faptul că în Brazilia, țară cu un teritoriu întins, rezervele prospectate reprezintă 0,36 % din rezerva mondială.

Repartiția zăcămintelor pe principalele bazine gazeifere

Din analiza situației rezervelor pe bazine gazeifere se constată că ele sînt concentrate în anumite unități tectonice îndeosebi în mari depresiuni supuse timp îndelungat la un proces continuu de scufundare, ca, de exemplu: 1) regiunea golfului Mexic și a lacului Maracaibo (Venezuela); 2) regiunea Mării Caspice și a Golfului Persic și 3) nordul Africii (Algeria), ceea ce a determinat pe unii autori să le considere ca pe cele trei mari regiuni petrogazeifere de pe glob.

Cele mai importante bazine gazeifere se găsesc pe teritoriul U.R.S.S. — în Siberia, în depozite grezoase și calcaroase de vîrstă terțiară. Rezervele din această zonă se ridicau în 1970, în Siberia de vest, la 8 000 mrd. m³; Siberia de est la 264,7 mrd. m³; Orientul îndepărtat 66,8 mrd. m³. Totodată trebuie arătat că datorită perfecționării tehnicii de prospectare, bazinele gazeifere descoperite în ultimul timp ating cantități între 1 500—13 000 mrd. m³ (ex. Ugrensgoiskoe 13 000 mrd. m³, Zapolianoe 1 600 mrd. m³, Medvejie Orenburg 1 760 mrd. m³) față de zăcămintele descoperite în trecut al căror volum nu întrecea 300—500 mrd. m³ — Sebelinsk, Stavropol, Gazl etc.

Zăcăminte importante au fost identificate și în Asia Centrală Sovietică (1 806,7 mrd. m³), Transcaucazia (51,6 mrd. m³), precum și în zona europeană a U.R.S.S. unde rezervele sînt apreciate la 2 165,2 mrd. m³.

Alte bazine mari de gaze se pot cita [1]:

1) cel din Alaska a cărui rezervă, după ultimele estimări, s-a calculat la aproximativ 11 200 mrd. m³;

2) zăcămîntul Panhandle Hogoton din Texas cu rezerve de 2 000 mrd. m³. Gazele naturale ce se extrag din acest bazin sînt situate în calcare și gresii carbonifere;

3) bazinul Hassi R'Mell din Algeria cu rezerve de circa 1 500 mrd. m³. Gazele naturale exploatate din această regiune provin din gresii și calcare devoniene;

4) zăcămîntul Groningen din Olanda cu rezerve de 1 850 mrd. m³;

5) zăcămîntul Khangiron din Iran cu rezerve de 1 450 mrd. m³.

TABELA 4

Repartiția pe continente și țări a rezervelor de gaze naturale

1 decembrie 1970

Țara	Rezerve de gaze, miliarde m³	Procentul din rezervele totale mondiale
1. America de Nord	9 493	21
— S.U.A.	7 499	16,7
— Canada	1 711	
— Mexic	283	
2. America centrală și de Sud	1 786	4
— Argentina	249	
— Venezuela	764	
— Brazilia	142	
3. Extremul Orient	1 594	4
— Australia	357	
— China	113	
— Pakistan	566	
4. Orientul Mijlociu	10 026	22
— Iran	6 056	
— Irak	524	
— Kuweit	1 075	
— Arabia Saudită	1 041	
5. Africa	5 420	12
— Algeria	3 990	
— Libia	849	
6. Țările socialiste	15 620	33,4
— URSS	14 983	32
— R. P. Polonă	142	
7. Europa occidentală	4 181	9
— R. F. a Germaniei	337	
— Franța	204	
— Anglia	1 019	
— Italia	141	
— Olanda	2 349	
Total	46 723	

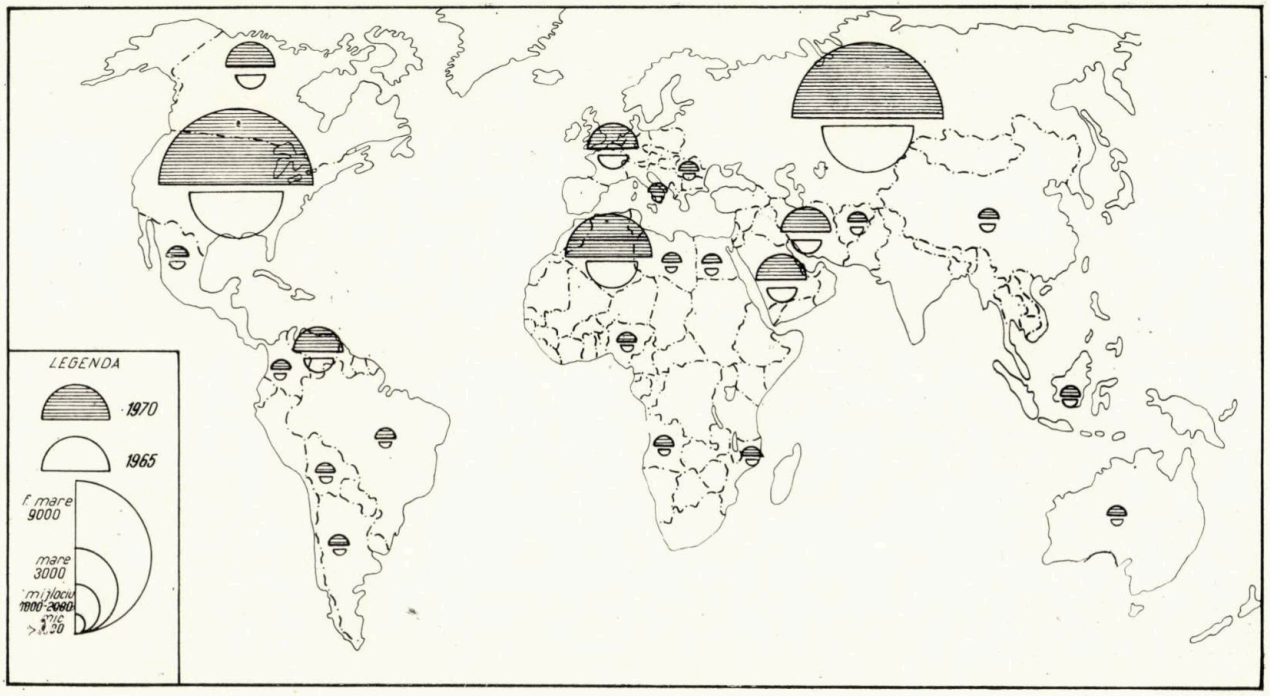


Fig. 1. Rezervele de gaze naturale în 1965—1970

De remarcat este faptul că marile bazine de gaze naturale enumerate conţin de regulă şi hidrocarburi lichide.

Gazele naturale apar şi în zone dispersate, respectiv în unităţi structurale mici şi în cantităţi mult mai reduse, ca, de exemplu : Nordul Italiei, Franţa şi de regulă neasociate cu hidrocarburile lichide.

Pe cînd însă rezervele descoperite în zone structurale mari ating circa 5 000 mrd.m³, rezervele situate în zonele structurale mici ating abia 200 mrd.m³.

Se remarcă totodată o variaţie a calităţii gazelor naturale în funcţie de condiţiile de formare (de exemplu, gazul natural din Podişul Transilvaniei este cel mai pur din lume) fapt ce atestă condiţiile diferite de formare.

O caracteristică pusă în evidenţă în ultimul timp este aceea că bazinele gazeifere au fost identificate şi în zonele marine (de exemplu în Marea Nordului, Marea Adriatică etc.).

Cercetările oceanografice au arătat existenţa la mari adîncimi a unor depozite sedimentare cu forme structurale care permit formarea de hidrocarburi.

S-a estimat că zonele sedimentare marine în care s-ar putea găsi zăcăminte de hidrocarburi ocupă o suprafaţă de circa 1 mrd.km² din care numai 12 % au fost cercetate.

În prezent, producţia obţinută din sondele marine se ridică la 17 % din producţia mondială a anului 1970. Explorările marine efectuate în ultimii ani au identificat gaze în Marea Nordului, unde producţia estimată pentru anii 1971 este de 30—40 mrd.m³, iar rezervele calculate sînt de circa 11 000 mrd.m³ ; în Marea Adriatică se estimează rezerve de 60 mrd.m³ (aproape de coasta Jugoslavă), precum şi în Marea Mediterană. În Marea Caspică se exploatează gazul natural de mai mulţi ani, iar în ultimul timp se fac prospecţiuni în bazinul Mării Negre la Capul Caliacra, la Tiulenevo (pînă în prezent au fost descoperite circa 300 mrd.m³).

Zonele marine cele mai intense prospectate din întreaga lume sînt bazinele sedimentare de pe coasta Statelor Unite — Alaska — insulele Arctice, Golful Mexic, Golful Prundhoe şi Canada de Nord. Se estimează că rezervele de gaze naturale la Prundhoe, Bay — de pe malul Oceanului Arctic — sînt foarte mari. Explorări importante se efectuează pe coasta de N.E. a peninsulei Labrador, Terra Nova şi în Oceanul Pacific în apropiere de California.

În apele africane, s-au descoperit zăcăminte de hidrocarburi în Golful Guineei, pe coasta Nigeriană, în Marea Roşie şi pe ţărmul Republicii Sud Africane.

Principalele zone marine exploatate în Asia sînt în Golful Persic, Coasta Piraţilor, coasta de N.E. a Sumatrei la N.V. de Jawa, Golful Bombay şi Marea Chinei, în apropiere de Nagasaky.

Rezerve importante de gaze s-au descoperit şi în strîmtoarea Bass.

Se presupune că rezervele mondiale marine estimate numai de pe o suprafaţă de circa 2 mil. km² ar putea reprezenta peste 10 mrd.m³.

Datorită calităţilor multiple pe care le deţin gazele naturale în procesul industrializării, s-au produs chiar şi unele schimbări în peisajul natural al regiunii.

Astfel, descoperirea rezervelor de gaze naturale de la Laque (Franţa), mai precis industrializarea zonei a adus schimbări în peisajul geografic, prin construirea unor uzine ca centrala electrică de la Artix, Uzina de aluminiu de la Noguer şi chiar construirea unui nou oraş Mouren-la-New cu o populaţie de 12 000 locuitori. Această aşezare, dintr-o localitate agrară, a devenit un puternic centru industrial. Acelaşi fenomen s-a petrecut şi în urma descoperirilor marilor zăcăminte din U.R.S.S. (de la Sebelinsk, Stavropol, Gazli etc.) — sau Urengoiskoe (de circa 13 000 mrd.m³), care în afară că au adus schimbări în balanţa economică a ţării, a determinat şi construcţia uzinei de la Murabek (Buhara) pentru prelucrarea gazului de la Urbabulak (din Asia Centrală*).

Modificarea peisajului este legată nu atît de prezenţa zăcămintelor, adică de utilizarea locală a gazelor, deoarece de cele mai multe ori ele sînt transportate prin conducte la distanţe apreciabile, cît de dezvoltarea industriei în aceste regiuni.

O concluzie interesantă ce se desprinde din repartiţia geografică a gazelor naturale este aceea că rezervele actuale depind de eforturile depuse pentru prospectarea geologică, eforturi, care în unele ţări s-au transformat într-o adevărată industrie prospectivă cum este, de exemplu, U.R.S.S. şi S.U.A. Legat de aceasta, unele zone ce apar albe în prezent pe harta repartiţiilor geografice a gazelor naturale şi care de regulă sînt concentrate în statele slab dezvoltate sau în curs de dez-

* Gazovaia promişlennosti nr. 3/1971.

voltare, nu trebuie considerate apriori ca lipsite de această prețioasă materie primă. Dificultățile de explorare, faptul că numai 10 % din sondajele ce se întreprind pentru descoperirea de noi rezerve au șanse de reușită, determină cheltuieli inițiale mari, ce nu pot fi suportate în prezent de țările slab dezvoltate.

Perfecționarea tehnicii de forare a permis totuși extinderea investițiilor și în zonele marine, cu rezultate deosebite pentru început.

Părerea unanimă a specialiștilor privind evaluările rezervelor de gaze naturale aflate în zonele marine este că volumul acestor gaze va întrece în curînd pe cele cantonate în zonele continentale. Desigur că exploatarea masivă a zonelor este încă tributară progresului tehnic în domeniul forajului în sensul că se caută soluții noi pentru extragerea gazului natural de la adîncimi.

O cunoaștere cît mai exactă a rezervelor de gaze naturale nu este posibilă în momentul de față datorită mijloacelor tehnice insuficient dezvoltate pentru a permite o prognoză mai exactă pînă în anul 2000.

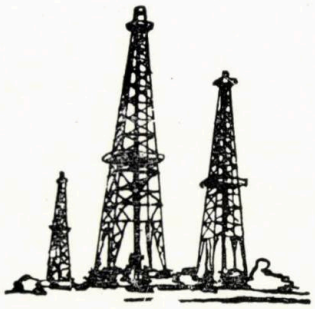
Dat fiind necesarul mare de materii prime producătoare de energie este de așteptat ca în anii imediat următori, tehnicile de prospectare să cunoască o perfecționare care să permită estimări mai exacte a rezervelor mondiale.

În concluzie, se poate aprecia că repartiția gazelor naturale pe glob apare strîns legată de condițiile geologice în care au evoluat continentele și bazinele oceanice. Detectarea acestora și valorificarea lor reflectă gradul de industrializare la care au ajuns diferite țări.

BIBLIOGRAFIE

1. Puşcoiu, N. şi Geangălă, P. În: Petrol şi gaze, **23**, nr. 4, 1972.
2. *** În: Petrole Informations — La revue Petroliere, mart. 1969.
3. Wanden-Henvel, J.A. În: Erdvel, Erdgas, — Zeitschrift, **86**, iun. 1970.
4. *** În: Oil Gas J, nr. 6, 1969.
5. *** În: Oil Gas Intern, nr. 2, 1970.
6. *** În: L'industrie de Petrole en Europe, nr. 395, 1967.
7. *** În: Chem. Eng., nr. 42, oct. 1969.
8. Mark, C. În: Erdöl Erdgas Zeitschrift, 4 april., 1970.
9. Colin, A. La evolution energetique de notre temps.
10. *** În: Gazovaia promîșlenosti, nr. 1, 1971.
11. *** În: Gazovaia promîșlennosti, nr. 3, 1971.
12. *** În: Petrole Informatione, nr. 1 126, 1969.

Lidia Bălăuță



SISTEMUL CONDUCTELOR DE ȚIȚEI „Prietenia"

Sistemul conductelor magistrale de țiței „Prietenia" (DRUJBA) este unul din cele mai mari sisteme ale lumii. În luna februarie 1972 acest sistem a împlinit 10 ani de existență. Construcția sistemului „Prietenia" asigură alimentarea continuă cu țiței brut a țărilor-membre colaboratoare, contribuind prin aceasta la dezvoltarea intensă a industriei petrochimice și de prelucrare în Republica Populară Ungară, Republica Democrată Germană, Republica Populară Polonă și Republica Socialistă Cehoslovacă.

Realizarea practică a ideii construcției sistemului conductelor de țiței „Prietenia" a necesitat o organizare precisă de colaborare tehnico-științifică și economică a țărilor-membre constructoare pentru rezolvarea problemelor apărute după acceptarea recomandărilor de principiu la sesiunea a X-a a Consiliului de Ajutor Economic Reciproc (CAER) ținută la Praga în luna decembrie 1958.

Organele CAER aveau de elaborat recomandări pentru mai multe probleme de principiu, printre care: punerea de acord a proporțiilor posibile a livrărilor de țiței, determinarea orientării generale a traseelor, precizarea posibilităților țărilor în organizarea fabricării și livrării diferitelor feluri de utilaj și de țevi de diametru mare, organizarea lucrărilor de proiectare și de construcție. Aceste probleme necesitau o analizare prealabilă și elaborarea unor recomandări acceptabile. Convențiile tripartite interguvernamentale pentru construcția sectoarelor conductelor de țiței „Prietenia" au fost încheiate în decembrie 1959 între U.R.S.S., R.D.G. și R.P.P. și între U.R.S.S., R.P.U. și R.S.C.

În aceste convenții au fost stabilite obligațiile țărilor-membre, orientate pentru realizarea la termenele convenite a sistemului de conducte cu fixarea ordinei și proporțiilor cooperării, pentru asigurarea construcției cu resursele materiale necesare. Astfel, o parte din livrările de țevi au luat asupra lor R.D.G., R.S.C. și R.P.P. Fabricarea agregatelor pentru numeroasele stații de pompare a fost organizată de R.D.G. La organizarea fabricării mijloacelor de automatizare într-o mare măsură s-a angajat R.P.U. Partea principală din resursele materiale — țevi și utilaje — a fost livrată de Uniunea Sovietică, pe teritoriul ei trecînd cele mai importante sectoare ale conductelor de țiței „Prietenia".

Construcția sistemului conductelor de țiței „Prietenia" s-a realizat în termene relativ scurte, cu participarea activă a numeroaselor ramuri ale industriei țărilor-membre constructoare.

Proporțiile construcției sistemului conductelor de țiței „Prietenia" nu au egal în practica mondială, atît în ce privește lungimea, cît și debitele de țiței.

Lungimea tuturor sectoarelor din prima etapă a sistemului de conducte de țiței „Prietenia" însumează 5 327 km, din care 3 683 km pe teritoriul Uniunii Sovietice.

În comparație cu această întindere, magistralele „Transarabiană" și „Marele țol" americană au, respectiv, lungimile de 1 800 și 2 190 km.

Punctul de plecare al traseului conductei de țiței „Prietenia" se află în regiunea petroliferă Povoljie, el trece spre vest peste teritoriul R.S.F.S.R. și se bifurcă mai departe în două direcții. Ramura de nord merge pînă la sectorul polonez de conductă și după traversarea rîului Oder ajunge la combinatul petrochimic din orașul Schwedt. Ramura de sud trece prin Ucraina și după traversarea Carpaților se leagă cu sectorul cehoslovac al conductei, continuîndu-se mai departe spre Ungaria.

Traseul parcurge zone cu diferite condiții geografice naturale: cîmpii, masive păduroase, localități mlăștinoase și zone muntoase cu altitudine pînă la 1 100 m.

Conducta de țiței trece peste următoarele rîuri navigabile; Volga, Oka, Nipru, Pripeat, Wistula, Oder, Nistru și Dunărea. Ea traversează 122 căi ferate și 400 autostrăzi.

Pe terenuri mlăștinoase unde sînt cele mai grele condiții de construcție și exploatare, conducta parcurge o distanță de 200 km.

Pomparea țițeiului printr-o conductă atît de mare a necesitat construcția unor stații puternice de pompare echipate cu mijloace de automatizare și telecomandă.

Conducta de țiței „Prietenia" trebuia să fie pusă în exploatare de la începutul anului 1964, dar ținînd seama de posibilitățile reale, s-a luat și realizat hotărîrea de construire în primă urgență a sectorului Brodi-Bratislava (R.S.C.). În octombrie 1961 s-a sudat ultima îmbinare la granița sovieto-cehoslovacă.

La 5 februarie 1962 țițeiul sovietic a ajuns în Cehoslovacia, iar la 22 februarie 1962 — la rafinăria „Slovneft" din Bratislava. În septembrie 1962 a intrat în funcțiune sectorul ungaro-cehoslovac. Prima livrare de țiței în Polonia s-a produs în noiembrie 1963, iar în R.D.G. — în decembrie 1963.

De la punerea în funcțiune a diferitelor sectoare ale conductei și pînă la 1 ianuarie 1972 s-au livrat țărilor socialiste 170 mil. t țiței.

În cincinalul curent exportul de țiței în țările socialiste va crește cu 39%, față de cincinalul precedent însumînd circa 50 mil. t.

Construcția sistemului conductelor de țiței „Prietenia" are o importanță mare economică pentru economia națională a țărilor socialiste. Transportul țițeiului prin conductă este, precum se știe, cel mai eficient și prezintă avantaje esențiale în comparație cu celelalte forme de transport. Prețul de cost al pompării țițeiului este în medie de 4...5 ori mai ieftin decît transportul lui în cisternele de cale ferată și de 3 ori mai ieftin decît transportul pe apă. La atingerea capacității maxime de transport a tuturor sectoarelor sistemului de conducte „Prietenia" de pe teritoriul U.R.S.S., economia anuală a cheltuielilor de exploatare pentru transportul țițeiului, așa cum a arătat experiența de 10 ani de exploatare, în comparație cu prețul de cost al transportului aceleeași cantități de țiței pe calea ferată, reprezintă 250...300 mil. ruble. Totodată nu mai trebuie exploatat un parc de peste 1 500 locomotive și 60 000 cisterne de cale ferată.

Cu țițeiul sovietic transportat prin sistemul de conducte „Prietenia" lucrează cea mai mare parte a industriei de prelucrare și petrochimică a țărilor socialiste. În legătură cu perspectiva în creștere a volumului de țiței exportate, în prezent țările-membre lucrează în ritm intens la construcția etapei a doua a sistemului conductelor de țiței „Prietenia".

Pe teritoriul Uniunii Sovietice sînt puse în funcțiune dublura liniilor din sectoarele Brodi-Ujgorod și Mozîr-Brest ceea ce a permis mărirea de două ori a capacității de transport a ramurii sudice și de 1,5 ori, a celei de nord.

În sectorul de plecare Kuibîșev- Unecea linia a doua este în curs de montare, trebuind să fie pusă în funcțiune în semestrul II. 1972.

Pe teritoriul Cehoslovaciei, după punerea în funcțiune în anul 1969 a celei de a doua linii, capacitatea de transport a conductelor a crescut de două ori.

Pe teritoriul Poloniei sînt în curs lucrările pentru dublarea liniei.

În Ungaria se lucrează la o nouă conductă de țiței ce se va lega cu sectorul sovietic al conductei de țiței „Prietenia", construcția urmînd să fie terminată în septembrie 1972.

În cursul celor 10 ani de funcționare a sistemului de conducte de țiței „Prietenia" s-au manifestat în mod pregnant raporturile dintre țările lagărului socialist — colaborarea și ajutorul reciproc frățesc, îmbinarea justă a intereselor fiecărei țări cu interesele comune ale țărilor prietene.

Crearea sistemului de conducte de țiței „Prietenia" este rezultatul muncii colective a țărilor lagărului socialist.

CRONICĂ

Conferința Mondială de Cercetare a Viitorului

Între 3 și 10 septembrie 1972 a avut loc la București a treia Conferință Mondială de Cercetare a Viitorului, desfășurată sub înaltul patronaj al tovarășului Nicolae Ceaușescu, președinte al Consiliului de Stat al Republicii Socialiste România. Conferința, eveniment remarcabil al vieții științifice internaționale, a fost organizată sub auspiciile Academiei de Științe Sociale și Politice a Republicii Socialiste România și ale Ministerului Educației și Învățămîntului.

Oameni de știință din circa 40 de țări ale lumii au dezbătut probleme de o deosebită importanță pentru avîntul cercetărilor teoretice și metodologice în această disciplină dinamică a științei moderne. Viitorul comun al oamenilor — tema Conferinței — exprimă grăitor preocuparea majoră a epocii noastre.

Această întîlnire a cercetătorilor problemelor lumii de mîine a constituit prilejul unui intens și fructuos schimb de idei și opinii, al unui dialog rodnic și al unor confruntări creatoare, permițînd, în același timp, trecerea în revistă a realizărilor, direcțiilor și tendințelor științei care au drept obiect prospectarea viitorului întregii omeniri.

Participanții la Conferință au avut, de asemenea, posibilitatea să cunoască cercetările și realizările în acest domeniu ale oamenilor de știință români, pentru care problemele dezvoltării viitoare, multilaterale a României constituie un comandament major.

Ședința de deschidere a Conferinței a avut loc în ziua de 3 septembrie, sub conducerea Președintelui Comitetului Român de organizare, profesorul univ. Manea Mănescu, care a prezentat Mesajul adresat Conferinței de către tovarășul Nicolae Ceaușescu. Saluturi și urări de succes pentru lucrările Conferinței au mai fost adresate de către tov. Gheorghe Cioară, primarul general al Capitalei și de către Mahdi Elmandjdra, reprezentantul UNESCO.

Savantul francez de renume mondial, Bertrand de Touvenel, președintele Comitetului perpetuu al Conferințelor mondiale de cercetare a viitorului, a rostit un cald salut și urări de succes pentru lucrările Conferinței.

Începute luni, 4 septembrie, lucrările celei de a treia Conferință Mondială de Cercetare a viitorului s-a desfășurat după un program amplu, care a cuprins ședințe plenare, grupuri de lucru și activități conexe.

Temele ședințelor plenare au fost următoarele :

— Rolul științei în Inovația socială.
— Metode de abordare a viitorului.
— Dezbateri asupra programului Comisiei pentru viitor a Organizației Națiunilor Unite (UNITAR).
— Responsabilitatea socială a Cercetării viitorului.
— Reprezentările diferitelor popoare asupra viitorului lor propriu.
— Viitorul consumului, program special realizat împreună cu Federația Internațională de Marketing.
— Educația pentru viitor.
— Poziția socială și imaginea asupra viitorului.
— Creativitatea omului obișnuit.
— Cercetarea viitorului : A doua privire.

Grupurile de lucru ale căror ședințe au decurs în general în paralel, au fost axate pe următoarele probleme :

1. Metode matematice în cercetarea viitorului.
2. Modele ale relațiilor internaționale.
3. Strategii ecologice pe termen lung.
4. Cercetare și acțiune în studierea și conturarea viitorului
5. Viitorul țărilor dezvoltate.
6. Prognoza socială, prognoza științifică și culturală.
7. Noi concepte asupra dezvoltării și viitorul economiei.
8. Grup de lucru asupra comunicării.
9. Tehnologia și viitorul.
10. Planificarea pentru inovația învățămîntului.
11. Grupuri de lucru ale Federației Internaționale de Marketing.
12 Științele sănătății în societatea viitoare.
13. Probleme filozofice și epistemologice ale studiilor asupra viitorului.
14. Intreprinderea creativă a viitorului.

Sînt de menționat, de asemenea, cîteva dintre manifestările conexe Conferinței, printre care o masă rotundă dedicată temei ,,Viitorul tineretului și tineretul viitorului'' și o expoziție de carte cu tema ,,Literatura mondială în cercetarea viitorului'', la care au fost expuse circa 800 volume provenind de la Edituri din peste 18 țări.

Importanța lucrărilor acestei Conferințe a fost subliniată de către numeroși participanți, printre care savanți de renume mondial din lumea întreagă. Spicuim cîteva din declarațiile consacrate sublinierii etapei actuale a științei viitorului (sau viitorologiei) și a importanței Conferinței de la București pentru viitorul acestei discipline.

,,Pe oameni i-a preocupat întotdeauna viitorul pentru care și-au făurit planuri, călăuzindu-se după propriile lor speranțe. În momentul de față însă, pentru prima dată, încercăm să acționăm în mod sistematic, urmărind, în deplină cunoștință de cauză, îmbunătățiri cumulative. Astăzi înțelegem mai exact consecințele viitoare ale actelor noastre, dar fără îndoială că înțelegem mai bine și care ne sînt țelurile. Salut așadar această Conferință, etapă importantă, a actualului proces de acumulare de experiență și idei, pentru clădirea universului de mîine'' (Anthony T. Wiener — S.U.A.).

Profesorul de origină română T. C. Drăgan (Italia), Președintele Federației Internaționale de Marketing, a declarat : ,,Trebuie să admit că noi, specialiștii în marketing, ne-am considerat totdeauna ca viitorologi. Cercetarea viitorului este în fapt o extensie a marketingului... De altfel, tendința de apropiere între cele două discipline trebuie să existe și sper ca la această Conferință ele vor fi subliniate...''

În legătură cu scopul cercetărilor în aceste domenii profesorul T. C. Drăgan a subliniat că ,,Marketingul și studiile de viitor sînt operă de cercetare și cu valoare ca atare... Ele furnizează previziuni, soluții și opțiuni pentru cei responsabili cu luarea deciziilor, fie în întreprinderi particulare, fie în cea mai mare întreprindere care este Statul... Luînd decizii individuale sau colective, conducătorul folosește rezultatele unor astfel de studii, le stabilește valoarea și le folosește în termenii intuiției și logicei sale''.

Iată ce declară R. Tungk (Austria) în legătură cu viitorul tehnologiei și al omului : ,,La urma urmelor, critica mea esențială a metodelor prospective actuale este că ele scapă dimensiunea umană. Cred că alături de prospectiva economică, tehnologică și socială, trebuie, de asemenea, să ne referim la științe ca psihologia, antropologia etc. În prezent se acordă prea mare importanță obținerii unui produs și prea puțină *prcducătorului* său. Vedem că produsele sînt din ce în ce mai perfecționate în timp ce oamenii sînt din ce în ce mai deteriorați. Nu sînt împotriva tehnologiei în serie, ci împotriva acelei tehnologii care brutalizează omul și mediul său de viață. Trebuie să căutăm căi pentru stabilirea unei dialectici între tehnologie, om și mediul său de viață''.

Mihail Florescu, ministrul industriei chimice, a arătat în cadrul lucrării ,,Previziuni tehnologice și perspectiva economică în industria chimică'' că ,,marile cuceriri ale științei moderne în domeniul chimiei și fizico-matematici, investițiile importante care se realizează în acest domeniu, vor propulsa industria chimică pe cele mai înalte trepte de dezvoltare. Ea va fi chemată și va fi în stare să rezolve noi probleme puse de omenire atît pe pămînt, cît și în spațiul cosmic. Cu sprijinul chimiei vor fi cucerite oceanele, deșerturile, ghețurile polare și puse în slujba omului.

Chimia va sprijini omul în dezvoltarea producției materiale în combaterea foamei și mizeriei, în realizarea unor condiții civilizate de viață pentru toate popoarele lumii.

Chimia reprezintă viitorul cu condiția ca aceasta să fie pașnic, ca omenirea să se

înfrățească tot mai mult pe tărîmul fertil și luminos al bunei înțelegeri și al păcii".

Din partea țării noastre au mai susținut lucrări printre alții: vice-președintele Academiei R. S. România, Remus Răduleț; profesorul Ernö Gall; Dr. George Retegan (Comisia Națională de demografie; ing. Ion Niculescu; președintele Academiei de științe sociale și politice Miron Constantinescu ș. a.

Încercînd să rezumăm importanța acestei Conferințe, trebuie în primul rînd să subliniem faptul că a fost prima întrunire științifică la care problemele viitorului au fost propuse unui forum cu caracter internațional.

În al doilea rînd, trebuie pusă în evidență larga și variata participare a unor cercetători din generații și orientări diferite, de la iluștrii specialiști ai disciplinei pînă la tinerii neliniștiți. În al treilea rînd, discuțiile și confruntările de opinii au oferit un bilanț al atît de necesarei perioade „romantice", a cercetărilor prospective orientate mai ales spre fundamentări teoretice și identificarea problemelor, punînd în același timp bazele unei prospective a soluțiilor, sau a unor soluții, desigur deschise — în sensul foarte special pe care-l are termenul în cercetarea viitorului —, necesare deceniilor următoare.

Al 8-lea Congres Arab al Petrolului

În perioada 28 mai — 3 iunie 1972 a avut loc la Alger al 8-lea Congres Arab al Petrolului.

La lucrările congresului au participat delegați din țările arabe producătoare de petrol, din țările nearabe ca observatori, precum și invitați ai 26 de societăți și companii petroliere străine, însumînd peste 550 de delegați.

Țara noastră a participat cu o delegație oficială condusă de dr. ing. Gh. Pacoste — adjunct al ministrului minelor, petrolului și geologiei, fiind formată din reprezentanți ai Consiliului Economic, Ministerului Minelor, Petrolului și Geologiei, Ministerului Industriei Chimice și Ministerului Educației și Învățămîntului.

În afara țării noastre, au mai participat delegații oficiale din R.P.Polonă, Iran, P. R. Ungară, U.R.S.S., Turcia, Brazilia, Venezuela, R. D. Germană, Nigeria, Franța, Austria și India, precum și înalte personalități din țările arabe.

Deschiderea oficială a lucrărilor congresului a avut loc în prezența președintelui Consiliului Revoluționar, șeful guvernului algerian Houari Boumediène. În ampla sa cuvîntare, rostită cu această ocazie președintele Boumediène a prezentat problemele importante care preocupă țările arabe în general și în special P. P. D. Algeriană. În ceea ce privește industria de petrol și gaze, președintele a făcut o trecere în revistă a situației acesteia înainte de naționalizare și pînă în prezent. Ideea de bază exprimată cu această ocazie a fost: „Petrolul trebuie să servească înainte de toate propriei noastre dezvoltări".

Tot în ziua deschiderii congresului, a avut loc o ședință a conducătorilor de delegații, pentru alegerea președintelui și biroului congresului. În unanimitate, Belaid Abdesselam, ministrul industriei și energiei din Algeria a fost ales președinte Al celui de al 8-lea congres arab al petrolului.

Lucrările congresului s-au ținut în trei comisii:

— Comisia juridică și economică, sub președinția lui Abdelhaid Ben Amre, șeful delegației R. A. Egipt;

— Comisia de producție (foraj-extracție), sub președinția lui Benalychérif, membru al delegației algeriene;

— Comisia de prelucrare a țițeiului, sub președinția lui K a s b a l y, șeful delegației Republicii Arabe Siria.

În cadrul celor trei comisii au fost prezentate un număr de 141 de referate de către specialiști din țările arabe, din care 38 în Comisia juridică și economică, 58 în Comisia de producție și 45 în cea de prelucrare a țițeiului. Dintre țările arabe, majoritatea referatelor au fost prezentate de către R. A. Egipt (60 referate), urmînd în ordine: Algeria (34 referate), Kuweit (10 referate), Irak (9 referate).

În cadrul Comisiei juridice și economice au avut loc, de asemenea, și trei discuții plenare cu următoarele subiecte:

— relații între țările arabe producătoare de petrol și gaze și țările consumatoare de petrol și gaze;

— efortul țărilor arabe în domeniile economic, științific și tehnologic privind industria petrolului;

— rolul societăților străine în țările arabe producătoare de petrol.

Din cuvîntările ținute cu ocazia deschiderii congresului, precum și din tematica referatelor prezentate, în special în Comisia juridică și economică, rezultă că scopul principal al congresului a fost de întărire a unității țărilor arabe producătoare de petrol față de societățile străine operante în țările respective.

Lucrările congresului prezintă importanță prin datele și informațiile noi, nepublicate anterior în literatura de specialitate, care oferă posibilitatea cunoașterii mai profunde a structurii geologice, a condițiilor de foraj, a extracției și prelucrării țițeiului în țările arabe.

În cadrul comisiei economico-juridice s-au prezentat, după cum s-a arătat, un număr de 38 referate. Lucrările prezentate, fără excepție, au subliniat necesitatea eliberării economiei și recuperării bogățiilor naționale de către popoarele arabe, precum și reglementarea raporturilor lor cu companiile străine în scopul exercitării controlului asupra resurselor petroliere.

În lucrări se menționează că politica prețului petrolului, urmată de companiile petroliere străine în deceniul 1960—1970 a prejudiciat interesele țărilor producătoare și că pentru înlăturarea acestei stări, singura cale de urmat a fost și este naționalizarea resurselor petroliere și consolidarea în planurile de dezvoltare a resurselor de hidrocarburi, ca un mijloc capabil să asigure întărirea economică a țărilor arabe.

În unele lucrări s-a afirmat ideea pentru o politică de creare a unei piețe comune arabe în materie de prețuri pentru petrol, estimîndu-se că în următorii douăzeci de ani, consumul de petrol va crește de circa patru ori.

Se menționează interesul din ce în ce mai mare al țărilor arabe de a comercializa produse finite petroliere în locul țițeiului, ceea ce necesită o industrie prelucrătoare, petro-chimică precum și o flotă petrolieră dezvoltată. Unii vorbitori au propus crearea unei societăți arabe, a unui serviciu de transporturi, a unei industrii petrochimice și de prelucrare comune și au subliniat necesitatea coordonării politicii arabe în materie petrolieră.

Este de menționat faptul că în cadrul comunicărilor și dezbaterilor care au avut loc în Comisia economică, un loc important a fost ocupat de problema naționalizării Societății Irak Petroleum Company (IPC).

În cadrul Comisiei de producție au fost expuse o serie de referate tratînd realizări tehnice din țările arabe în domeniile cercetării geologice, explorării, exploatării, precum și transportului petrolului și gazelor.

Au fost prezentate 58 referate pe marginea cărora s-au purtat discuții.

Pe specialități, lucrările prezentate s-au referit la următoarele probleme:

— geologie	43 lucrări
— producție	8 lucrări
— foraj	6 lucrări
— gaze	1 lucrare

Cea mai mare parte din lucrările prezentate au constituit-o referatele geologice privind studii și cercetări de prospecțiuni în zone noi din diferite țări arabe, analize asupra evoluției conturării unor zăcăminte, considerații asupra producției unor structuri geologice și altele. În cadrul acestei comisii au mai fost prezentate lucrări privind alegerea utilajelor de foraj în funcție de regiunile de lucru, clasificarea straturilor petrolifere din Sahara, eficiența producției zăcămîntului Hassi-Messoud etc.

Lucrările congresului pentru problemele de prelucrare s-au desfășurat în cadrul secției C, în care s-au prezentat un număr de 45 referate, aparținînd în cea mai mare parte centrului național de cercetare de pe lîngă Academia din Cairo (R.A.E.).

Subiectele abordate în lucrările respective pot fi grupate după cum urmează:

Lucrări care se referă la caracterizarea țițeiurilor din Egipt, Siria, Algeria și unele comparații cu tipurile de țițeiuri cele mai reprezentative din Orientul Apropiat.

Lucrări privind elaborarea unor metode de testare mai rapidă a uleiurilor de motoare.

Lucrări privind determinarea compușilor bazici cu azotul pentru conținutul de metale din țițeiuri sau fracțiuni petroliere.

Lucrări referitor la fenomenele de coroziune manifestate în cadrul rafinăriei Daura din Irak la prelucrarea ţiţeiului sulfuros de tipul Kirkuk.

Lucrări privind utilizarea calculatoarelor în domeniul prelucrării ţiţeiului. Două referate prezintă experienţa în calculul efectuat pentru dimensionarea schimbătoarelor de căldură şi a cuptoarelor, iar un al treilea la utilizarea primului calculator introdus în rafinăriile din ţările arabe (raf. Shiuba — Kuweit).

Lucrarea care a tratat un procedeu nou de încălzire a conductelor de transport aplicabil produselor congelabile sau care îşi modifică mult viscozitatea la scăderea temperaturii. Procedeul este bazat pe un efect botezat „efect de suprafaţă" (1 mm profunzime), transformînd practic 100 % energia electrică în energie termică. El a fost experimentat la transportul de sulf topit, de ciocolată şi pe o porţiune de 20 mile în Japonia la transportul de ţiţei pata rinos.

Se poate aprecia că lucrările prezentate la al 8-lea Congres arab al petrolului au dat posibilitatea unei informări asupra problemelor economice, geologice, de foraj-extracţie şi prelucrarea ţiţeiului, care preocupă pe specialiştii ce activează în domeniul industriei extractive de ţiţei şi gaze din ţările arabe.

DOCUMENTARE

Kennedy John, L. **Un nou noroi de foraj utilizat în Texas-ul de vest ţine în respect şisturile curgătoare.** În : Oil Gas J. **70,** nr.22, 29 mai 1972, p. 41.

În Texas-ul de vest, în bazinul Delaware, se întîlnesc dificultăţi deosebite la traversarea argilelor şistoase din formaţiunile Wolfcamp şi Pennsylvanian care se umflă sub acţiunea fluidelor de foraj. S-a încercat să se rezolve aceste probleme utilizînd noroaie sărate sau grele. Noroaiele sărate, de densităţi reduse permit avansări rapide dar se produc accidente. Noroaiele grele menţin bine gaura, dar reduc viteza de avansare. Un operator a redus durata forajului cu 40 zile utilizînd un nou tip de noroi sărat, pus la punct de firma Baroid cu polisaccharide. Cu acest noroi, şisturile umflătoare pe intervalul 3 330—4 840 m au fost săpate în 44 de zile în loc de 60—90 zile, cu alte tipuri de noroaie. Densitatea noroiului a fost menţinută la 1,26 în loc de 1,50 cît era strict necesar. Controlul găurii cu un calibru a arătat că diametrul de $9^1/_2$ in se menţinuse în zona şisturilor pe 90 % din lungime şi numai pe scurte intervale ajunsese la 12 in cu toate că se săpase rapid (60 m/d).

Cercetările întreprinse de firma Baroid începute acum doi ani au expus carote de şisturi la acţiunea diferitelor fluide de foraj timp de 6 ore, la 210 at şi 65°C. Combinaţia de noroi sărat cu polisaccharide a dat cele mai bune rezultate, prezentînd următoarele avantaje :

— se asigură stabilitatea găurii fără o mărire excesivă a viscozităţii ;

— viscozitatea şi gelificarea reduse asigură o bună separaţie a gazelor intrate în noroi ;

— polimerul de polisaccharide se aplică în proporţie de 14—20 kg/m³, pentru a sigura protecţia găurii fără a produce o îngroşare prea mare a noroiului ;

— controlul viscozităţii se face prin adaos de bentonită hidratată sau de polimeri ;

— îngreunarea noroiului se poate face cu barită, înainte de introducerea coloanei ;

— acumularea de solide în noroi este evitată datorită naturei nedispensive a noroiului, ceea ce face ca curăţirea noroiului prin site şi cicloane să fie efectivă.

Hutchinson, S.O. şi Anderson, G.W. **Săparea şi reparaţia sondelor cu spumă stabilă, preformată.** În : Oil Gas J. **70**, nr. 20, 15 mai 1972, p. 74

Chevron Research Co a patentat o spumă stabilă preformată a cărei utilizare a dat foarte bune rezultate la forajul şi reparaţia sondelor. Licenţa a fost cedată la o serie de 12 societăţi operatoare. Principalele rezultate obţinute cu această spumă sînt : reducerea costului reparaţiilor sondelor (recompletări) cu 30 % şi obţinerea unei producţii cu 33 % mai mare ca în cazul executării lucrării cu noroi cu bază de argilă ; săparea de găuri cu diametru normal în regiuni de permafrost, unde fluidele normale de sapă cauzau lărgiri nedorite ale găurii. Din cauza vitezelor de penetraţie mărite s-a putut realiza economii de 15 000 $/sondă ; săparea fără dificultăţi a găurilor la suprafaţă, în West Texas, unde săparea cu aer nu dăduse rezultate din cauza umezirii formaţiunilor Costul săpării s-a redus de la 62 la 19,7 $/m ; săparea rocilor dure şi poroase fără a le colmata ; putinţa de a folosi un program de calculator pentru analiza presiunilor de circulaţie ; realizarea unui sistem hidraulic de lucru sub presiune sau cu ţevi înfăşurate pe tobe, pentru intervenţii curente, reducînd costul operaţiilor şi protejînd stratul productiv, fără pericol de a dăuna mediului înconjurător.

În California sondele vechi săpate la sfîrşitul secolului trecut sau la începutul acestuia au fost completate cu linere perforate cu găuri mari, ceea ce nu permitea combaterea viiturilor de nisip la producerea ţiţeiului greu din strat.

O soluţie de rezolvare este săparea de sonde noi echipate cu linere şlituite. Aceasta antrena părăsirea vechii sonde şi o cheltuială de 2 000 $/sondă. O metodă mai simplă este recuperarea vechiului liner perforat şi înlocuirea lui cu unul şlituit utilizînd spumă stabilă preformată. Comparînd rezultatele obţinute recondiţionînd 68 sonde vechi şi săpînd 42 sonde noi s-a economisit prin utilizarea spumei 368 832 $ la care se adaugă 136 000 $ datoriţi faptului neabandonării sondelor vechi.

Comparînd producţiile obţinute în 24 luni de la 21 sonde recompletate cu spumă stabilă, cu aceea obţinută din 10 sonde noi în regiunea Kern River din California, primele sonde au dat în plus în medie 925 m³ ţiţei. Aceasta se datoreşte necolmatării stratului prin utilizarea spumei. Sondele noi săpate cu noroi cu bază de argilă aveau nevoie de 10—12 luni pentru a se curăţi prin injecţie ciclică de abur. Costul reechipării sondelor utilizînd spumă stabilă, aduce o economie de 26 % faţă de săparea unor sonde noi.

În comitatul Pecos din Texasul de vest se întîlnesc mari greutăţi la săparea sondelor de la suprafaţă pînă la o anumită adîncime, din cauza umidităţii mari a stratelor. Săpînd cu aer, cu un debit de 112 Nm³/min, detritusul nu putea fi antrenat, în gaură de 20 in. Săpînd cu 20 Nm³/min aer cu adaos de 44,4 dm³/m³ de spumă stabilă s-a putut săpa pînă la 300 m într-un timp record. După cimentarea coloanei 16 in la 300 m, săpînd mai jos o gaură de 14 3/4 in cu aer, gaura de sondă nu putea fi curăţată. Cu spuma stabilizată s-a săpat pînă la 1 740 m într-un timp record de 24 zile. Săparea la aceiaşi adîncime cu noroi sărat convenţional dura 53 zile. Costul forajului pe metru s-a redus de la 1/3-a la 19,7 $/m, realizîndu-se o economie pe sondă de 75 000 $.

Spuma stabilă preformată s-a întrebuinţat la săparea zăcămintelor în calcare şi dolomite din Colorado cu viteze de penetraţie de 4 ori mai mari ca la săparea cu noroaie convenţionale, fără colmatarea porilor rocilor. Astfel o sondă săpată în astfel de formaţiuni cu noroaie convenţionale nu a produs decît după o acidizare masivă, pe cînd o sondă săpată cu spumă stabilă a intrat imediat în producţie cu un debit de 104 m³/d.

S-au executat intervenţii la sonde eruptive cu ajutorul unui dispozitiv de introducere sub presiune, fără a omorî sonda. S-a curăţit astfel în bune condiţii dopuri de nisip la adîncimi de 3 500 m, cu joc la spaţiul inelar de numai 1—2 mm, la presiuni de circulaţie de 175 at. (circulaţie de

2 Nm^3/min gaz cu adaus de 55 dm^3/m^3 spumă stabilizată. Această metodă de intervenţie a fost aplicată cu succes la sonde marine, realizîndu-se economii substanţiale.

G a r a e v, S.M. **Un nou reactiv chimic rezistent la săruri — extractul bazic de gudroane.** În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **52**, nr. 5, mai 1972, p. 13

S-a elaborat procedeul pentru obţinerea unui nou reactiv-stabilizator pentru tratarea fluidelor de foraj rezistent la săruri şi temperaturi ridicate şi anume reactivul bazic de gudroane (RBG) extras din gudroanele acide-deşeuri ale rafinării cu acid sulfuric a distilatelor de ulei.

Se prezintă datele cercetărilor de laborator cu privire la influenţa asupra indicatorilor flluidului de foraj a noului reactiv.

Rezultatele cercetărilor arată, că reactivul obţinut din grudonul acid contribuie, la fel ca şi extractul bazic de lignit şi borhotul sulfit-alcoolic condensat, la stabilizarea în condiţii normale a fluidelor de foraj.

La acţiunea temperaturii de 200°C şi a conţinutului de 0,5 % $CaCl_2$, indicatorii fluidului de foraj stabilizat cu RBG sînt mai buni, decît indicatorii fluidelor de foraj stabilizate cu extractul bazic de lignit sau borhotul sulfic-alcoolic condensat.

V i n a r s k i, M.S. ş.a. **Analizarea proceselor tehnologice la cimentarea straturilor cu influx.** În : Burenie, nr. 6, iun. 1972, p. 34

Se ştie că eficienţa operaţiilor de oprire a pierderilor de fluid depind în mare măsură de potrivirea materialelor de obturare utilizate pentru deschiderea canalelor stratului absorbant. Deoarece metoda cea mai răspîndită de combatere a pierderilor de fluid constă în injectarea în sondă a amestecurilor de obturare, care se întăresc, prezintă interes analizarea experienţei acumulate de pe urma aplicării acestei metode.

Se prezintă rezultatele analizării mersului operaţiilor de izolare a straturilor cu influx la 14 sonde de pe diferite cîmpuri de foraj. Din punctul de vedere al potrivirii proprietăţilor amestecurilor de obturare pentru a deschide canalele din stratul absorbant, procesele de izolare analizate se împart în trei grupe :

1. creşterea lină a suprapresiunii în sondă pentru împingerea în strat a amestecului de obturare, ca urmare a corelării favorabile a proprietăţilor structural-mecanice şi reologice a amestecului cu dimensiunile canalelor de influx ;

2. suprapresiuni mai mari în sondă pentru împingerea în strat a amestecului de obturare, datorită prezenţei unui număr mic de canale cu dimensiuni şi întindere reduse, în care amestecul de compoziţie aleasă pătrunde în cantităţile limitate ;

3. stabilizare sau chiar micşorare treptată a suprapresiunii în sondă pentru împingerea în strat a amestecului de obturare cu compoziţia aleasă, care nu asigură o închidere bună a tuturor canalelor stratului.

Se fac recomandări cu privire la alegerea parametrilor amestecurilor de obturare corespunzătoare condiţiilor concrete de operare.

N o v o h a t s k i, D. F. **Cimenturi speciale pentru sonde.** În : Burenie, nr. 6, iun. 1972, p. 24

S-au elaborat compoziţiile cimenturilor speciale de obturare destinate cimentării sondelor aflate în diferite condiţii geologo-tehnice.

Se prezintă datele privind proprietăţile fizice şi mecanice ale acestor cimenturi şi se arată domeniile în care ele sînt recomandate să fie utilizate, şi anume :

— cimentul cu zgură şi nisip (CZN), rezultat prin măcinarea comună a zgurei de furnal cu nisipul de cuarţ în diferite proporţii, este potrivit pentru cimentarea sondelor adînci cu temperaturi ridicate, cu consum redus de încetinitori de priză, cei scumpi (acizii tartrici şi a.) fiind excluşi ;

— cimentul Portland îngreunat (CPI) şi cimentul cu zgură îngreunat (CZI), sînt cimenturi cu adaos de minereu de fier de la Krivoi Rog în diferite proporţii, cea optimă corespunzînd unor suprafeţe specifice cuprinse între 1 500 şi 2 000 cm^2/g, sînt cimenturi potrivite pentru sonde, „reci" şi „calde" ;

— cimentul cu zgură uşor (CZU) rezultat prin prepararea atentă a amestecului materialului liant cu adaosul de uşurare din diferite argile sau alte agregate, de exemplu cocsul de petrol, este potrivit pentru izolarea straturilor cu gradienţi reduşi de presiune, precum şi pentru cimentările cu ridicarea pastei în spaţiul inelar la mare înălţime.

Datorită măcinării în comun a cimenturilor de tipurile arătate, a dozării exacte a componenţilor şi amestecării minuţioase în condiţii de fabrică, se obţin compoziţii de cimenturi speciale pentru sonde cu omogenitate şi stabilitate ridicate.

M u s a e v, F. A. **Comparaţia formulelor pentru determinarea presiunii coloanelor gazificate de lichid şi determinarea vitezei relative de mişcare a gazelor în spaţiul inelar a sondelor în pompaj.** În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **52**, nr. 5, mai 1972, p. 24

În lucrare se compară formulele ce se aplică pentru determinarea presiunii exercitată de coloana de lichid gazificat din sondă ţinînd seama de influenţa debitului de gaze din spaţiul inelar, de adîncimea de imersiune a pompei de extracţie, de secţiunea transversală a spaţiului inelar şi de viteza relativă a mişcării gazelor în spaţiul inelar.

Comparaţia permite determinarea valorilor de imersiune a pompei şi de debit de gaze din spaţiul inelar, la care aceste formule prezintă diferenţe minime şi în care cazuri ele sînt aplicabile.

S-a stabilit că viteza relativă de mişcare a gazelor influenţează deosebit de mult asupra presiunii coloanelor de lichid gazificat, ea variind în limite mari, iar la presiunea de peste 10 at nu mai depinde de aceasta din urmă.

Formulele de calcul propuse nu se pot aplica fără a efectua cercetările riguroase de schelă pentru determinarea vitezei de mişcare a gazelor în spaţiul inelar.

Metoda de calcul expusă pentru comparaţia formulelor de calcul şi determinarea vitezei relative de mişcare a gazelor se pot aplica în multe regiuni petrolifere.

***** O nouă navă de foraj, automatizată va lucra în Marea Nordului.** În : Petrol. Eng., **44** nr. 4, april. 1972 p. 16

O nouă navă de foraj cu poziţionare dinamică, în curs de construcţie, ea fiind destinată forajului de explorare în zona norvegiană a Mării Nordului. Ea va fi echipată cu elicele principale cu pas reglabile şi elicele transversale montate în tunel. Un calculator instalat pe bord, reglează continuu pasul diferitelor elice în aşa fel ca vasul să fie menţinut imobil indiferent de forţele exterioare. Turla de foraj va fi montată la mijlocul vasului. Operaţiile de foraj sînt complet automatizate, controlate de la o cabină climatizată. Vasul este echipat cu o capsulă pentru scufundători putînd lucra pînă la 300 m adîncime.

D a n î ş, D. V. ş.a. **Calculul vitezei de strîngere a găurii sondei în roci plastice.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 6, iun. 1972, p. 9

Evaluarea vitezei de strîngere a găurii sondei în rocile supuse deformaţiilor plastice (argile, roci salifere) permite evitarea complicaţiilor în procesul de foraj şi planificarea mai justă a operaţiilor tehnologice (tubarea coloanelor, cimentarea, probarea orizonturilor productive ş.a.).

În lucrare se prezintă rezultatele cercetărilor mecanismului de deformaţie a materialului plastic din jurul unui orificiu (gaura de sondă), efectuate cu o instalaţie experimentală, drept material plastic pentru modele fiind utilizată parafina.

Aplicarea relaţiei stabilită pe baza datelor experimentale obţinute, pentru determinarea vitezei de strîngere a găurii sondei cu diametrul iniţial dat în roca plastică şi calculul acestei viteze, necesită cunoaşterea presiunii geostatice şi presiunii coloanei de lichid din sondă exercitată asupra rocii, coeziunii, unghiului de frecare şi vîscozităţii rocii măsurate pe proba scoasă.

***** Numărul instalaţiilor marine de foraj este în creştere.** În : Petrol. Eng. **44**, nr. 4, april. 1972, p. 18

Numai în luna martie 1972, numărul instalaţiilor de foraj marin a crescut, pe plan mondial, cu 13 unităţi. Creşterea mai importantă (5 unităţi) a fost în Marea Mediterană,

trei unităţi în Orientul apropiat şi două în Marea Nordului. Numărul total de unităţi în lucru este de 184 care se subîmparte în categorii, astfel: unităţi semisubmersibile, 24; nave şi şlepuri, 50; platforme autoridicatoare, 55; platforme fixe, 25; şlepuri auxiliare de foraj, 30. Repartizarea regională este următoarea: Africa, 26; Asia pacifică, 32; Canada de est, 3; America latină, 60; Mediterană, 16; Orientul apropiat, 26; Marea Nordului, 21.

*****Costul forajului şi echipării sondelor este în creştere în S.U.A.** În: Oil Gas J. **70,** nr. 20, 15 mai 1972, p. 49

Analiza datelor anului trecut a arătat că costul forajului şi echipării sondelor a crescut cu 0,6%. Creşterea ar fi fost şi mai mare dacă adîncimea medie a sondelor săpate nu ar fi scăzut în acest interval, de la 1 472 m la 1 436 m, săpîndu-se mai puţin sonde de mare adîncime, compensîndu-se astfel creşterea costului materialelor şi a serviciilor, cît şi preţul pe metru forat plătit acordanţilor. Costul a 19 feluri reprezentative de servicii a crescut cu 7,2% (6% în 1970). Preţul materialului tubular a crescut cu 8,3%. Creşterea cea mai importantă a costurilor s-a remarcat la părăsirea sondelor — 12,2% şi la operaţiile de cimentare — 11,8%. Lucrările de suprafaţă (amenajare teren, drumuri) s-au scumpit cu 8%, prepararea noroaielor şi tratarea lor cu 8,4%, diagrafiile cu 8,6% şi serviciile pentru săparea dirijată cu 8,7%. Preţurile plătite acordanţilor de foraj a crescut cu 3,5%.

*****Brazilia a comandat o instalaţie de foraj marină.** În: Oil Gas J. **70**, nr. 21, 22 mai 1972, p. 39

Societatea petrolieră de stat braziliană, Petrobras, a comandat o platformă de foraj autoridicătoare, valorînd 12 mil. $. Instalaţia, menită să lucreze în ape adînci, este construită de Holland-Le Tourneau din Ingleside-Texas şi va fi livrată în 1973. Această platformă va fi autopropulsată şi prevăzută cu un dispozitiv de control automat al operaţiilor de ridicare, la viteze variabile. Turla de foraj este dimensionată pentru a putea stivui o cantitate suplimentară de prăjini de foraj. Se prevăd instalaţiile de manipulare a grupului de prevenitoare şi de ridicare a altor echipamente grele.

*****Dezvoltarea industriei petroliere în Australia** În: Petroleum Press Service **XXXIX**, nr. 6, 1972

În cursul anului 1971, producţia de ţiţei a Australiei a crescut cu 73,4% atingînd cifra de 112,9 mil. barile (309 300 b/zi), ceea ce a dus la o reducere de 35,6% a importului, care s-a stabilizat la 75,9 mil. barile.

Această creştere a producţiei este datorită zăcămîntului submarin din strîmtoarea lui Bass care a produs 95,7 mil. barile, faţă de 47 mil. în 1970.

Producţia cumulată a tuturor zăcămintelor din Australia se va ridica la sfîrşitul anului 1972, la 222,8 mil. barile. Din cele 1 811,5 mil. barile care reprezentau rezervele iniţiale, rămîneau 1 588,7 mil. barile dintre care 1 447,7 mil. barile în zăcămintele din strîmtoarea lui Bass.

Cele zece rafinării din Australia au tratat în cursul anului trecut 185,5 mil. barile (faţă de 179,5 mil. în anul 1970) din care 107,7 mil. barile — 58% din producţia internă. Se estimează că în acest an această cifră se va ridica la 65—70%.

Exportul de produse petroliere a totalizat 20,7 mil. barile, faţă de 11,5 mil. în anul 1970, precum şi 1,5 mil. barile ţiţei. De asemenea, au fost exportate 6,2 mil. barile gaze de petrol lichefiate, dintre care 5,5 mil. în Japonia.

*****Noi zăcăminte de gaze în Marea Nordului.** În: Petroleum Press Service, **XXXIX**, nr. 6, 1972

În zona Britanică a Mării Nordului s-au descoperit gaze naturale, confirmîndu-se că zăcămîntul de gaze naturale Frigg se extinde şi în apele britanice. În Norvegia s-a stabilit de altfel că zăcămîntul Frigg este exploatabil din punct de vedere comercial. Faptul că zăcămîntul Frigg, situat la 130 mile la est de insulele Shetlands sub 100 m apă, depăşeşte linia de demarcaţie a apelor teritoriale, ridică probleme internaţionale de împărţire a veniturilor între Marea Britanie şi Norvegia. În prezent au loc negocieri între cele două state pentru a se ajunge la o unificare a exploatării.

Se pare că zăcămîntul Frigg poate produce cel puţin 12 miliarde m³/an, două treimi din rezerve fiind situate în zona Norvegiană. O a doua descoperire de gaze naturale a fost efectuată în zona Britanică a Mării Nordului la circa 35 mile de Barton North Sea şi la circa 20 mile la nord vest de zăcămintele de gaze naturale de la Viking, Hewitt, Indefatigable şi Leman.

O a treia descoperire de gaze naturale situată la 8 mile la sud de zăcămîntul Viking a fost evaluată la 32 mil. picioare cubice/zi.

O a patra descoperire a fost făcută în sectorul olandez al Mării Nordului. Se pare că acest zăcămînt va putea produce cel puţin 100 000 m³/zi de gaze naturale, minimul cerut de către Ministerul afacerilor economice pentru a fi rentabil.

*****Florida este considerată ca un mare producător potenţial.** În: Oil Gas J. **70,** nr. 22, 29 mai 1972 p. 22

Pînă în prezent din cele 13 000 sonde săpate în apele continentale ale S.U.A. numai 19 sonde s-au săpat pe platforma continentală a statului Florida, cu toate că această platformă continentală reprezintă jumătate din suprafaţa platformei din nordul Golfului Mexic. Marea problemă a forajului marin în Florida este protecţia mediului înconjurător într-o regiune care este un mare centru turistic. Însă creşterea cererii de energie în S.U.A. va obliga să se exploateze aceste resurse potenţiale între 1975 şi 1985. De aceea urmează ca exploatarea în apele Floridei să se dezvolte în consecinţă.

*****Punerea în exploatare a şantierului marin Galeota din Trinidad.** În: Oil Gas J. **70**, nr. 22, 29 mai 1972, p. 30

S-a pus în exploatare noul şantier Galeota din apele insulei Trinidad. S-a construit o platformă pentru 17 sonde, la 11 km de coasta sud-est a insulei. Ea va fi legată printr-o conductă submarină de 8 in, de terminalul de încărcare Galeota Point. Producţia va atinge în această vară circa 480—540 m³/d. Producţia unitară a sondelor variază de la 40 la 65 m³/d ţiţei cu densitatea 0,904—0,910, cu un conţinut de sulf de 0,5%. Producţia se obţine din nisipuri miocene la adîncimi variind între 140 şi 1 400 m.

Nazarov, S. N. ş.a. **Cu privire la evaluarea rezervelor exploatate după curbele integrale de extracţie a ţiţeiului şi apei.** În: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **52**, nr. 5, mai 1972, p. 20

În lucrare se prezintă rezultatele aplicării metodelor de evaluare a rezervelor exploatabile.

Se arată că metoda A.V. Kopîtov, propusă pentru cazul exploatării cu regim de epuizare (NH, nr. 12, dec. 1970), se poate aplica la evaluarea rezervelor zăcămintelor exploatate atît cu regim de împingere de apă, cît şi cu regim mixt.

Cu privire la zăcămintele cutate, metoda Taş PI (ANH, nr. 11, noiembrie 1970) de evaluare a rezervelor exploatabile este de o mare precizie. Metodele A.V. Kopîtov şi TaşPI prezintă meritul că permit evaluarea rezervelor zăcămintelor de ţiţei în stadiile relativ timpurii de exploatare.

Zaghirov, M. M. ş.a. **Cercetările geofizice de schelă a stării tehnice a coloanelor de burlane din sonde.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 6, iun. 1972, p. 52

Articolul este dedicat studiului cu ajutorul geofizicii de schelă a stării tehnice a coloanelor de burlane din sondele de exploatare.

Cu privire la caracterul şi cauzele pierderii etanşeităţii coloanelor de exploatare se dispune de informaţii foarte limitate. Cercetările speciale au arătat că principala cauză a pierderii etanşeităţii acestor coloane rezidă în degradarea prin coroziune a suprafeţei exterioare a burlanelor.

Pentru cercetarea stării tehnice a coloanelor din fondul de sonde vechi s-a operat cu un complex de aparate geofizice bazate pe înregistrarea radiaţiei împrăştiate gama. Astfel, cu ajutorul defectogramelor gama înregistrate s-a putut determina prezenţa şi compactitatea cimentului întărit, gradul de umplere cu pastă de ciment a spaţiului inelar,

precum și excentricitatea coloanei în sondă. Diagramele gama de grosime și calibrogramele gama înregistrate au permis determinarea, respectiv, a grosimii burlanelor (cu o precizie de $\pm$ 0,25 mm) și a diametrului lor interior (cu o precizie de $\pm$ 0,5 mm). Determinările au dus la constatarea că, în general, este răspîndită coroziunea locală a burlanelor sub formă de plăgi și puncte izolate de coroziune, care duc în timp relativ scurt la găuri pătrunse de rugină sau la ruperea coloanelor în locurile corodate. S-a mai constatat rolul protector al cimentului de apărare anticorosivă a coloanelor.

Cercetările duc la concluzia că în procesul exploatării îndelungate a sondei, starea ei tehnică se schimbă mult. În scopul controlului evoluției stării sale se impun cercetări periodice prin metode geofizice, care vor permite luarea din timp a măsurilor profilactice corespunzătoare.

U g o l e v, V. S. **Influența vitezei de mișcare a spumelor acide asupra eficienței tratării sondelor.** În: Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 6, iun. 1972, p. 39

Metoda tratării cu spumă acidă a colectoarelor carbonatice constă în introducerea în strat în locul soluției apoase de acid clorhidric a soluției acide aerate sau gazate de substanțe active de suprafață (AAS), adică a spumelor acide. Utilizarea lor contribuie la mărirea pînă la de 3 ori a debitului sondelor și pînă la 12 luni a duratei efectului, încît metoda găsește o largă aplicare în exploatare. Eficiența ei se datorează: adîncimii mari de pătrundere în strat a acidului activ; cuprinderii sub acțiunea acidului a unei părți mai mari din grosimea productivă a stratului; curățirii mai bune a zonei de talpă de produsele reacției; îmbunătățirii condițiilor de repunere în producție după acidizare.

În cadrul cercetării mecanismului de acționare a spumelor acide, respectiv a influenței mișcării lor asupra vitezei de interacțiune cu materialul carbonatic omogen s-a stabilit că: procesul interacțiunii în condiții dinamice este caracterizat printr-o creștere a vitezei de dizolvare a materialului carbonatic la creșterea vitezei lineare de mișcare a spumelor acide; dizolvarea practic nu depinde de viteza spumelor; în condiții dinamice stabilitatea spumei acide influențează asupra vitezei de dizolvare; viteza de dizolvare depinde de compoziția chimică a adaosurilor de AAS; eficiența acidizării depinde de stabilitatea spumelor acide.

Se fac recomandări pentru perfecționarea tehnologiei acidizării sondelor și pentru continuarea cercetării proprietăților spumelor acide.

***** Un nou zăcămînt marin descoperit în Marea Javei.** În: Oil Gas J. **70**, nr. 22, 29 mai 1972, p. 20

Grupul Atlantic Richfield a descoperit un nou zăcămînt petrolifer și gazeifer în largul insulei Java, la 26 km la est de șantierul Ardjuna, deja exploatat. Sonda de exploatare PSI—L—2 a dat la probe 300 m^3/d țiței și peste 215 000 Nm^3/d gaze, din două strate. Alte două strate au de asemenea indicații favorabile. Se consideră că prin dezvoltare, acest șantier va putea da 20 000 m^3/d în 1974. Sonda PSI L—2 a dat la probe 200 m^3/d țiței de densitate 0,860 și 18 000 Nm^3/d gaze de la o adîncime de 1 800 m, pe duză 9,5 mm. Dintr-un alt strat la 1 950 m, sonda a produs 105 m^3/d țiței cu densitate 0,743 și 200 000 Nm^3/d gaze, pe duză 12,5 mm la o presiune de 105 atm.

F r a n c o A l v a r o. **Conducta Trans-Ecuadoriană străbate Anzii.** În: Oil Gas J. **70** nr. 20, 15 mai 1972, p. 69—73

Una din cele mai greu de construit conducte de petrol din lume, conducta Trans-Ecuadoriană esta gata. Conducta are o lungime de 500 km, cu diametre de 26 și 20 in (216 km de 26 in) și are o capacitate de transport de 40 000 m^3/d. Ea leagă șantierele din jungla ecuadoriană, la portul Esmeraldas pe Oceanul Pacific, trecînd peste Anzi la o înălțime maximă de 4060 m. Costul ei se ridică la 120 mil. $. În zona estică, în junglă, precipitațiile atmosferice sînt de 7,5 m^3/a. Pe versantul estic al Anzilor s-a montat o stație de capăt și 4 stații intermediare de pompare, pe o distanță de circa 200 km, diferența de cotă fiind de aproape 4 000 m. Pe versantul vestic a Anzilor, aceeași diferență de cotă se produce pe o distanță de 300 km, fiind necesare 4 stații de reducere a presiunii. La portul Esmeraldas s-a prevăzut un terminal marin la 6 km de coasta, unde se pot încărca cele mai mari nave petroliere. Conducta este din țeavă calitatea API 5 L—X—60 cu grosimi variind de la 8,7 la 20,6 mm. Stațiile de pompare sînt echipate cu cîte patru pompe centrifuge, în paralel, realizînd o presiune de 105 at. Conducta s-a probat timp de 24 h la o presiune corespunzînd la 90% din limita de curgere a materialului țevilor.

***** S-a început construcția conductei de gaze Olanda-Italia.** În: Oil Gas J. **70**, nr. 21, 22 mai 1972, p. 32

Saipem, o filială a întreprinderii italiene de stat ENI va construi prima porțiune a conductei de gaz legînd șantierul gazeifer olandez Annerveen (sud de Groningen) cu orașul italian Mortara (sud vest de Milano). Conducta va traversa R.F. a Germaniei și Elveția, urmînd să livreze în 20 de ani 121 $\times$ 10^9 Nm^3 gaze. Pe această conductă, grupul Ruhrgas își va transporta o parte din gaze în R.F. a Germaniei și se vor livra gaze în Elveția.

***** Combaterea unui incendiu pe o platformă marină de exploatare.** În: Petrol. Eng., **44**, nr. 5, mai 1972 p. 14—17

După 45 de zile s-a reușit să se stingă incendiul de pe platforma de exploatare B a soc. Amoco, în blocul Eugene Island din Golful Mexic, situat la 64 km de coastă. Acest incendiu nu a produs pierderi de vieți omenești și nu s-a produs poluarea mării și a mediului marin. Pagubele se ridică la 14 mil. $ și o pierdere de producție a cărei valoare zilnică este de 20 000 $. Incendiul a fost semnalat de un șlep auxiliar care a recuperat cei 3 oameni ce lucrau pe platformă. În momentul incendiului se producea de pe această platformă, prin 5 sonde duale: 432 m^3/d țiței, 70 m^3/d condensat și 900 000 Nm^3/d gaze. Pentru stingerea focului s-a adus pe locație, patru instalații de foraj plutitoare pentru a săpa sondele de omorîre. Sonda cea mai importantă, B—5 a fost oprită prin eliminarea ventilelor de suprafață cu ajutorul unor șarje profilate de exploziv. Debitul sondei astfel mărit a făcut să funcționeze ventilul de oprire de siguranță (storm choke) montat pe tubing sub capul de erupție. Sondele B—3 și B—1 au fost omorîte după o lună, injectînd apă și noroi prin sondele de ajutor. Scăpările ce se produceau încă la capetele de erupție a sondelor B—2 și B—4 s-a oprit prin repartiția acestora. Cauza incendiului, care a început cu instalațiile de separare de pe platformă, nu se cunosc.

***** Conținutul de plumb în bazinele pentru autovehicule**: În: Petroleum Press Service, **XXIX**, nr. 6, 1972

În S.U.A. s-au făcut propuneri pentru a reduce conținutul de plumb în benzinele auto de la media actuală de 2,5 g/galon la 2 g la 1 ianuarie 1974. Acest nivel urmează să fie încă redus la 1,25 g/galon în etape anuale de 0,25 g, la 1 ianuarie 1977. Se fixează, de asemenea, o limită de 0,05 g/galon pentru urmele de plumb și 0,01 pentru fosfor în carburanții auto fără plumb cu o cifră octantică mai mică de 91, începînd din anul 1974.

Experții din țările membre ale Comunității Europene au declarat că stabilizarea conținutului de plumb din benzinele auto la circa 0,4 g/l (circa 1,15 g/galon) este optimă atît pentru sănătate, cît și din punct de vedere tehnologic. Pînă în prezent, numai Republica Federală a Germaniei a adoptat o lege prin care conținutul de plumb nu trebuie să depășească 0,4 g/l după 1 ianuarie 1972, și 0,15 g/l patru ani mai tîrziu. Majoritatea experților au fost de părere că reducerea conținutului de plumb la 0,15 g/l ar putea duce la o mărire a compușilor aromatici în carburanți, cu o mărime corespunzătoare a toxicității gazelor de eșapare, dacă carburanții vor avea aceleași caracteristici ca în prezent.

***** Izolație din spumă de uretan.** În: Pétrole informations nr. 1 230, 1972

Un nou sistem, pus la punct în Marea Britanie evită garniturile de încălzire la conductele de transport al motorinei grele. Acest sistem constă în izolarea conductei cu spumă de uretan fabricată de Du Pont de Nemours. Datorită acestei izolații, motorina este menținută la o viscozitate sufici-

entă pentru a putea fi pompată. Ea trebuie să aibă temperatura de 38°C. Conductele sînt îngropate din motive estetice şi pentru a limita pierderile de căldură. Dispozitivele obişnuite de izolare rămîn ineficiente datorită umidităţii solului. Izolaţii cu spumă de uretan împiedică orice pierdere de căldură.

Izolaţia este aplicată într-un atelier situat la mijlocul traseului conductei. Tuburile sînt tratate cu alice pentru a înlătura rugina şi praful, uscate la flacără apoi montate pe un dispozitiv special care le roteşte în timp ce este aplicată izolaţia. Se depune un strat de 5 cm spumă pe bază de izocianaţi „Hylene" şi de agenţi de umflare fluorocarbonaţi „Freon". După aceea se aplică un strat primar şi o anvelopă care asigură etanşeitatea izolaţiei. De asemenea, se izolează şi îmbinările.

* * * **Program O C D E privind poluarea atmosferică.** În : Petrole Informations, nr. 1 230, 1972

Zece ţări membre ale OCDE (Republica Federală a Germaniei, Austria, Danemarca, Finlanda, Franţa, Norvegia, Olanda, Marea Britanie, Suedia, şi Elveţia) vor întreprinde în comun un program de cooperare tehnică pentru a determina măsura în care prezenţa sulfului şi a acizilor în atmosferă este de origine locală sau este provenită din alte ţări. Problema poluării atmosferice peste frontiere este de o importanţă semnificativă pentru fixarea normelor de emisie a poluanţilor în marile centre industriale.

Concentraţiile de sulf şi acizi sînt măsurate la sol în fiecare zi de către 80 de staţii în cele zece ţări asociate. De asemenea, avioane vor lua probe la diferite altitudini în diferite regiuni, pentru a urmări poluanţii sulfuroşi în atmosferă. Preluarea probelor este mai frecventă în perioadele în care sînt condiţii atmosferice speciale, în special toamna. Datele sînt analizate pentru anumite regiuni în fiecare ţară, ţinîndu-se seamă de informaţiile existente asupra poluării atmosferice provenită din arderile în instalaţiile fixe.

Acest program de măsurare va contribui la determinarea proporţiei de poluanţi sulfurici propagaţi la distanţe pînă la 40 km, în comparaţie cu cei care rămîn în locul unde au fost emişi. Aceasta permite autorităţilor de control să ţină seama atît de condiţiile locale, cît şi de cele externe pentru a fixa limitele admisibile pentru emisiunile de acizi de sulf.

Rezultatele măsurărilor vor fi coordonate de institutul norvegian de cercetări atmosferice de la Kjeller, în apropiere de Oslo şi evaluate de către un comitet compus din delegaţi ai ţărilor participante.

* * * **Măsuri pentru combaterea poluării aerului produsă de vehicule în S.U.A.** În : Petroleum Press Service, **XXXIX**, nr. 6, 1972.

Agenţia pentru protejarea mediului înconjurător din S.U.A. a refuzat să amîne cu un an aplicarea normelor mai stricte privind emisiunile de gaze nocive ale autovehiculelor model 1975 şi 1976. Aceasta înseamnă că aceste autovehicule, intrînd în circulaţie în a doua jumătate a anului 1974, vor trebui să fie echipate cu convertizoare catalitice la eşapament care vor reduce cu 90 % emisiunile de oxid de carbon şi de hidrocarburi faţă de autovehiculele din anul 1970. Această decizie este datorită în parte prezentării de noi sisteme de control care par să satisfacă normele federale, privind poluanţii rutieri. S-au prezentat rezultatele unui convertizor catalitic de fabricaţie britanică, montat pe un automobil Chreysler tot de fabricaţie britanică care a atins nivele de emisie cerute, după încercări de anduranţă de 20 000 mile.

Gulf Oil a dat, de asemenea, informaţii privind un convertizor de lungă durată, care va putea face să nu mai fie necesară benzina fără plumb pentru a evita poluarea rutieră datorită autovehiculelor. Acest convertizor catalitic va reduce oxizii de azot în eşapamentul de gaze fără a produce amoniac, fiind operativ în prezenţa sulfului şi a 0,5 g de plumb la un galon american de benzină. Dat fiind că acest convertizor tolerează benzină care conţine plumb face ca să poată fi folosite în continuare motoarele actuale în compresiune înaltă cu eficienţă şi economicitate îmbunătăţite.

S-a anunţat la începutul acestui an punerea la punct a unui nou convertizor de fabricaţie daneză care poate fi folosit utilizînd benzină care conţine plumb.

În S.U.A., la Chicago, Goul Incorporated a pus la punct un nou catalizator, constînd în sistemul catalizor cu dublu strat Esso, cuplat cu un catalizator de oxidare. Noul catalizator este confecţionat dintr-un aliaj special de nichel şi poate fi fabricat în producţia de masă. Reducerea oxizilor de azot, al hidrocarburilor şi al oxidului de carbon a fost cu 50 % mai mare decît cea prevăzută în normele din 1976. Încercările cu dynamometrul vor determina capacitatea acestui sistem de a satisface normele de anduranţă impuse după un parcurs de 50 000 mile.

INFORMAŢII TEHNICO-ECONOMIC

În Marea Britanie s-a sugerat ideea ca gazele naturale din zăcămîntul de la Ekofisk care se speră că vor fi produse în anul 1975, să fie lichefiate şi exportate în S.U.A.

Arabia Saudită a aderat la acordul internaţional de prevenire a poluării prin hidrocarburi, semnat în 1954 de către aproape 44 de ţări. Această convenţie interzice descărcarea în viitor a petrolului în Marea Roşie şi în Golful Persic pe o lăţime de 160 km în largul coastelor Arabiei Saudite.

Venezuela, conform estimărilor efectuate de experţi ai Ministerului minelor şi hidrocarburilor, posedă 46% din rezervele de gaze naturale existente în America de sud, evaluate la 1919 miliarde m³. Rezervele din Venezuela sînt estimate în prezent la o valoare de peste 24,6% faţă de cele din anul 1970.

În Norvegia s-a descoperit un nou zăcămînt de petrol, în Marea Nordului, în apropierea zăcămîntului Torfelt, dar într-o structură diferită. Aceasta este a patra descoperire de petrol în sectorul norvegian al Mării Nordului.

Japonia va acorda Indoneziei un împrumut de 62 miliarde de yeni pentru finanţarea explorărilor petroliere, în schimbul a 58 mil. t petrol cu conţinut redus de sulf livrabile pe o perioadă de 10 ani.

În Arabia Saudită ministrul adjunct al petrolului a declarat că dublarea producţiei de ţiţei nu va reprezenta un pericol pentru rezervele ţării şi că la sfîrşitul anului 1971, rezervele descoperite totalizau 137 miliarde barile.

În R.P. Polonă producţia de petrol a fost în anul 1971 de 395 395 t ţiţei din care 42 646 t de la Revier Krosno (faţă de 45 747 t în anul 1970), 276 195 t de la Michec (faţă de 302 034 t), 35 852 t de la Ustrzyki (faţă de 36 647 t) şi 40 702 t de la Gorlicel (faţă de 39 786 t).

Producţia de gaze naturale a fost în acelaşi an de 5 164 mil. m³ (faţă de 4 975 mil. în anul 1970) din care 58,9 mil. m³ de la Krosnov (faţă de 46,3 mil.), 22,9 mil. m³ de la Miolec (faţă de 23,9 mil.).

În Egipt, ministrul energiei a declarat că SUMED beneficiază deja de contracte de transport pentru 55 000 000 t/an pentru primii 10 ani de exploatare a conductei SOMED (la preţul de 1,40 dolari t) dar că ar mai fi nevoie de încă 25 000 000 t/an pentru ca conducta să fie rentabilă.

În S.U.A., Florida Gas a descoperit gaze naturale la sonda Assumption Parish, în Louisiana, la o adîncime de

5 250 m, cu un debit de 6 mil. picioare cubice/zi.

În U.R.S.S., conform prevederilor planului, Republica Tătară va produce, în anul 1972, 102 mil. t țiței.

În Ucraina, în primul trimestru au fost produse 3 600 000 t țiței și condensate (cu 1% mai mult decît în trimestrul I al anului 1970) și 17 miliarde m³ gaze naturale (cu 47% mai mult decît în aceeași perioadă a anului 1970).

În Belgia a fost inaugurată rafinăria de la Feluy, cu o capacitate de 6 500 000 t/an. Construcția rafinăriei a costat 9 miliarde franci belgieni.

În Olanda s-a micșorat prețul păcurii grele cu 1,60 florini la tonă, stabilindu-l la 70,35 florini.

În Brazilia s-a construit o conductă de transport al etilenei de la Capuana la Rio Grande de Serra. Această conductă de 19 km lungime și 6″ diametru este prima conductă de transport al etilenei din Brazilia și va avea o capacitate de transport de 200 000 t/an.

În Canada s-a descoperit un nou zăcămînt de gaze naturale la Drake Point, la nord-est de insula Melville, în regiunea arctică. La încercări s-a obținut un debit de 4,38 mil. picioare cubice/zi gaze uscate de la o adîncime cuprinsă între 1 002 și 1 134 m. Această descoperire recentă în apropierea altora din această regiune face posibilă construirea unei conducte de transport al gazelor naturale între insula Cornwallis și piețele de desfacere de pe coasta de est a Americii.

În S.U.A. s-a descoperit țiței la sud-est de Arkansas. Sînt necesare încă noi foraje pentru a putea să se determine importanța.

În Indonezia s-a descoperit petrol forînd sonde de recunoaștere în bazinul Balikpapan. Sonda Keringingan 2 a dat 2 800 barile/zi țiței de 31 APT la o adîncime de 1 653 m și 890 barile/zi țiței de 21°API la o adîncime de 1551 m. S-a înregistrat de asemenea un debit de gaze naturale de 3 mil. picioare cubice/zi la o adîncime de 1 309 m. Acest zăcămînt este situat la o distanță de numai 3 km de zăcămîntul Attaka care va intra în producție în cursul acestui an cu un debit de 30 000 barile/zi.

În Sumatera, pe coasta de nord s-au obținut 50 000 000 picioare cubice/zi gaze naturale și 1 848 barile de condensate la sonda Arun A—2

În Arabia Saudită producția de țiței în anul 1971 a fost de 1 741 mil. barile (cu 25,6 mai mult decît în anul 1970) dintre care 53% au fost exportate în special în Europa occidentală.

În Mexic s-au descoperit petrol și gaze naturale în statul Chiapas. Sonda Șitio Grande a dat 1 720 barile țiței și 106 860 m³ gaze naturale/zi și sonda Cactus 2 550 barile țiței și 163 618 m³ gaze naturale/zi.

Se pare că rezervele conținute în acest zăcămînt ar fi considerabile și cercetările continuă spre frontiera cu Guatemala și orașul Oxaca.

În Italia se construiește o conductă de transport a gazelor pentru aprovizionarea Calabriei și a complexului siderurgic de la Reggio. Conducta pornește de la Policoro pe o lungime de 30 km, se continuă cu un tronson de 184 km lungime și 16″ diametru pînă la Santa Eufemia, prin Sibari și zona industrială din Consenza. De la Santa Eufemia, conducta se ramifică în două; o ramificație pînă la Reggio di Calabria pe o distanță de 120 km, iar cealaltă traversează Consenza și ajunge la Crotone la 90 km. Lucrările vor fi terminate peste doi ani.

În Argentina în anul 1971 producția de țiței a fost de 24,6 mil. m³ cu 7,7 mai mult decît în anul 1970.

În Franța s-a dublat conducta de transport al petrolului între Berre l'Etang și Manosque. Se va construi o a doua conductă identică cu prima (de 80 km lungime și 20″ diametru) care va mări capacitatea de transport la 15 mil. t/an. În depozitul subteran de la Manosque se vor fora noi cavități pentru a se ajunge la o capacitate de 10 miliarde m³.

În Algeria s-a descoperit un zăcămînt important de gaze naturale la Tiquentour, în Sahara, la sud de El Golea.

În Norvegia s-a descoperit petrol de 36—38°API, fără sulf, 10 000 barile/zi și 8 mil. picioare cubice/zi de gaze naturale la 300 km în larg la sud vest de Havanger și la 8 km sud est de zăcămîntul Torfelt.

În Italia, în anul 1971 s-au consumat 13 110 801 900 m³ de gaze naturale, dintre care 2 472 400 m³ au fost absorbite de sectorul agricol, 15 509 700 m³ de către industria extractivă, 7 138 806 100 de către industriile de transformare, 266 260 600 m³ pentru producerea energiei electrice, 3 431 121 000 m³ pentru uz casnic, 7 792 400 m³ pentru acționarea motoarelor și compresoarelor, 2 075 866 300 m³ pentru industria chimică și 109 972 800 m³ pentru vehicule.

În largul coastelor Gabonului, forajul Mandoros Marine nr. 1 a dat 350 m³ țiței de densitate mare, de viscozitate ridicată și cu un conținut ridicat de sulf.

În Italia, s-a început construirea a două secțiuni din conducta de transport al petrolului între Olanda și Italia, de 36″ și 38″ diametru, care vor forma prima parte a tronsonului Aix la Chapelle — frontiera ei cu Elveția. Pentru a ajunge în Italia, conducta va fi prelungită prin Elveția, de la Rheinfelden la pasul Griess la frontiera italiană, de aici va trece prin valea rîului Antigorio și prin Val d'Ossola, va traversa cîmpia din Navara și va întîlni conducta de transport a gazelor a societății SNAM în apropiere de Montara.

În Anglia, Gas Courcil va construi o instalație de stocare a gazelor naturale în zăcămintele de sare din apropierea orașului Hornsea în Yorkshire. Proiectul prevede folosirea a șase cavități cu o capacitate de 4 000 mil. picioare cubice.

În Republica Federală a Germaniei, British Petroleum va folosi terenul achiziționat recent în apropiere de Germersheim în regiunea Rinului de sus pentru a construi un mare depozit și, mai tîrziu, o rafinărie cu o capacitate de 8—10 mil. t/an.

În Spania a intrat în funcțiune rafinăria de la Somorrostro în apropiere de Bilbao, cu o capacitate de 5 mil. t/an, care va putea fi mărită la 8 mil. t/an.

În U.R.S.S. producția de țiței în ianuarie-aprilie a depășit 125 mil. t, cu 5% mai mult ca în aceeași perioadă a anului trecut. Mai mult de 3,5 mil. t din creștere provin din Siberia occidentală.

În Algeria s-au inaugurat cele două conducte — cea de gaze naturale de 40′ diametru de la Hassi R'Mel și cea de țiței de la Hand el Hamre (lîngă Hassi Messaud) din portul Skikda. Conducta de transport a gazelor are o capacitate inițială de transport de 6 miliarde m³/an care va fi mărită ulterior la 12,7 miliarde m³/an și a costat 111 mil. dolari. Conducta de țiței va transporta anual 12 mil. t/an, fiind mărită ulterior la 30 mil. t/an și a costat 160 mil. dolari.

În U.R.S.S. s-a construit o nouă conductă de transport al petrolului de 1 836 km lungime, cu un diametru de 1 220 mm diametru, de la Ust Balyk (Siberia Occidentală), prin Tobolsk, Tiumen, Kingan, Ufa și Seliobinsk, la Almetievsk, unde va fi legată de rețeaua Drujba, care va intra în funcțiune în anul viitor.

În Turcia a intrat în funcțiune rafinăria de la Izmir, pe coasta de vest cu o capacitate maximă de 66 000 barile/zi.

În Australia s-a descoperit un nou zăcămînt de petrol de importanță comercială. Noul zăcămînt, situat la 46 mile în largul coastei de la Lake Entrance, este înconjurat de zăcămintele în producție de la Halibut și Kingfish.

În Trinidad, se va construi o instalație de lichefiere a gazelor naturale.

În Iugoslavia consumul de produse petroliere s-a ridicat la 9 420 000 t (cu 15% mai mult decît în anul 1971). Producția țării este de 3 mil. t.

S.U.A. va cumpăra din U.R.S.S. gaze naturale lichefiate — circa 120 000 mil. picioare cubice pentru transportul cărora vor fi necesare 20 vase metaniere.

În Irak, INOC a început studiul conductei naţionale pînă la Marea Mediterană a cărei capacitate maximă urmează să fie de 50 mil. t/an. Conducta va avea două mari ramuri. Una de 800 km lungime care va transporta ţiţeiul de la zăcămîntul de la Jarubru şi a doua de 200 km lungime care va deservi zăcămîntul de la Buzarkon.

În Marea Britanie, Gas Council proiectează realizarea unor depozite subterane de gaze naturale în regiunea East Riding (Yorkshire), în masive de sare, al căror cost urmează să fie de 6 000 000 lire sterline. Pentru început vor fi spălate două cavităţi, apoi vor urma alte patru, realizîndu-se o capacitate globală de 120 mil. m³. Acestea vor fi primele depozite subterane create în masive de sare în Marea Britanie.

În Republica Federală a Germaniei preţul gazelor naturale vîndute de Ruhrgas societăţilor distribuitoare au crescut cu 4,5% la 1 aprilie şi cu încă 4,5% la 1 iunie.

În Republica Democrată Germană, capacitatea rafinăriei de la Böhlen, în apropiere de Leipzig, a fost triplată, ajungînd la 2 000 000 t/an. În cursul anului viitor va fi adăugată o unitate de producere a etilenei cum şi o conductă de transport al etilenei între Böhlen şi Combinatul chimic de la Zaluzi în Cehoslovacia.

În Republica Socialistă Cehoslovacă se vor construi două noi rafinării, de mică capacitate, una la Kralupi pe Vltava în apropiere de Praga şi alta în Nordul Moraviei.

În Algeria a început construirea celei de a treia conducte de transport al gazelor naturale de 40" diametru şi 507 km lungime; ea va fi paralelă cu conducta existentă Hassi R' Mel-Arzew. Lucrările vor costa 600 mil. dinari. Capacitatea iniţială va fi de 6,4 miliarde m³/an gaze naturale care vor aproviziona vestul ţării, această capacitate va fi dublată prin adăugarea a cinci staţii de pompare pentru a satisface cerinţele exportului.

În Congo (Brazzaville), AGIP a făcut prima sa descoperire de ţiţei în largul mării la Madingo.

Sonda Lovango Marine — 2 la limita permisului vecin de zăcămîntul Emeraude a dat în cursul încercărilor 2 200 barile/zi de la o adîncime de 700 — 900 m. Se estimează că zăcămîntul Emeraude va produce în acest an 500 000 t ţiţei şi peste 1 mil. t ţiţei în cursul anului viitor.

În Egipt studiile efectuate au confirmat că rezervele de gaze de sondă ale zăcămîntului de la Abu Garadig justifică construirea unei conducte de 120 mile lungime, de la Cairo la Heluan.

În Israel, rafinăria de la Haifa a tratat, în anul 1971, 5 880 000 t ţiţei dintre care 4,5 mil. t pentru consumul intern şi restul pentru export; se estimează că anul acesta capacităţile rafinăriei vor fi de 6 150 000 t, dintre care 5,4 mil. t pentru consumul intern.

În Siria producţia de petrol a crescut cu 20% în anul 1971, ajungînd la 5 254 000 t, dintre care 3 486 000 t au fost exportate, iar restul a fost rafinat la Homes.

În India, conform acordului încheiat cu Soiuzneftexport se vor importa 500 000 t de Kerosen din Uniunea Sovietică în cursul acestui an.

În insulele Riukiu, a intrat în funcţiune rafinăria din insula Heianza, cu o capacitate de 100 000 barile/zi.

În Coreea de sud a intrat în funcţiune rafinăria de la Kiungin, în apropiere de Inchon, cu o capacitate de 50 000 barile/zi.

În China producţia de ţiţei a zăcămîntului de la Karamai a crescut cu 157%. Datorită acestui fapt, importul de ţiţei din Orientul Mijlociu a scăzut de la 450 000 t în anul 1970, la 50 000 t/în anul trecut.

În deşertul de vest al Egiptului, în apropierea localităţii El Alamein s-au descoperit, aproape simultan două zăcăminte de petrol.

Din acestea cel mai important pare a fi — al-Razzaq unde o sondă a străbătut patru strate petrolifere între adîncimile 1800 m şi 2400 m.

Se afirmă că o probă de producţie din cele patru zone debitînd simultan ar fi dat un debit de aproximativ 1300 t/zi.

O sondă marină lîngă coasta Republicii (Zaira) a produs, la o încercare prin prăjini, 300 t/zi din un strat situat între adîncimile 807 şi 1046 m.

Societatea naţională irakiană de petrol (INOC) anunţă descoperirea de ţiţei pe structura Al-Mustrif din şantierul Rattawi.

Societatea Elf-Erap a terminat cea mai adîncă sondă din Europa — 7000 m în sud-vestul Franţei. Sonda va fi încercată la niveluri de mai mică adîncime unde au fost indicaţii de gaz.

China care în prezent are una din creşterile cele mai rapide ale producţiei de ţiţei pe plan mondial îşi concentrează atenţia asupra bazinului Tsaidam. Bazinul are o suprafaţă de 200 km² şi este un platou tăiat de văi adînci.

Pînă la sfîrşitul anului 1969 s-au descoperit cel puţin 18 şantiere petrolifere, iar unele sonde au avut o producţie de 835 t/zi.

Se estimează că rezervele recuperabile ale unui singur şantier, şantierul gigant Lenghu este de aproximativ 157 mil. t ţiţei. Producţia este din Miocen şi Oligocen.

Şantierul de gaze Yenhu are aproximativ 12 km lungime şi 8 km lăţime. Sonde săpate la o adîncime mai mică de 300 m în grezia continentală din Pliocen anterior anului 1970 au avut debite iniţiale pînă la 2 800 000 m³/zi.

Rezerva exploatabilă estimată este de 42 000 miliarde m³ pentru acest şantier.

În U.R.S.S au fost importate 120 000 t ţiţei din Irak şi se va primi, pînă la sfîrşitul anului 1976, o cantitate de 7 000 000 t ţiţei irakian, provenind din zăcămîntul de la Rumeilah Nord care produce în prezent 1 000 000 t/an.

În Italia se prevede construirea unei rafinării cu o capacitate de 3 000 000 t/an în regiunea Filattiera în apropierea rîului Magna. În acelaşi timp urmează să se efectueze şi prelungirea conductei de transport care aprovizionează de la Spezia rafinăriile Societăţii petroliere italiene.

În vederea construirii conductei de transport al gazelor între Algeria — Sicilia şi Italia, a început efectuarea de releveuri batimetrice cum şi studierea curenţilor în zona de la Mortelle la stîncile din Chiapazza pe coasta Calabriei.

RECENZII

I. NICULESCU ŞI N. PUŞCOIU: **„EXPLOATAREA SECUNDARĂ A ZĂCĂMINTELOR DE ŢIŢEI"**. Ed. tehnică, Bucureşti 1972, 453 p.

Lucrarea tratează problemele legate de exploatarea prin metode secundare şi termice. Ea este alcătuită din două părţi, şi anume:

— partea întîia, formată din 7 capitole, descrie metodele de recuperare secundară a ţiţeiului prin injecţia de la suprafaţă a diferiţilor agenţi de lucru cum sînt: apă, gaze sau fluide miscibile;

— partea a doua, alcătuită din ultimele două capitole, tratează procesele de recuperare a ţiţeiului din strat prin injecţie de fluide calde — apă, abur — şi prin combustie subterană.

În primele două capitole se prezintă datele de zăcămînt caracteristice diferitelor strate cu ţiţei, care sînt necesare la elaborarea unui proiect de exploatare prin metode secundare sau termice. Autorii indică procedeele de calcul pentru determinarea cantităţilor de ţiţei existente în zăcămînt în momentul iniţial sau în diferite etape ale exploatării. De asemenea, se prezintă tipurile de declin, procedeele de calcul, formulele şi nomogramele folosite pentru stabilirea modului de comportare a zăcămintelor în producţie. Se arată parametrii care influenţează asupra valorilor factorului final de recuperare a ţiţeiului.

Începînd cu capitolul 3, lucrarea intră în fondul problemelor specifice de recuperare secundară. Astfel, se prezintă tipurile de reţele de sonde folosite la alcătuirea gabaritelor de injecţie — reacţie, modelele matematice cu exemple concrete de calcul pentru procedeele de lucru folosite în cadrul proceselor de exploatare prin metode secundare.

În următoarele capitole — IV şi V — se tratează dislocuirea ţiţeiului din strat prin injecţie de apă. Autorii explică fenomenele hidrodinamice de curgere prin mediul poros în funcţie de particularităţile zăcămîntului şi de procesul de spălare folosit. De asemenea, se descriu operaţiunile şi instalaţiile de lucru necesare pentru pregătirea apei şi a sondelor pentru injecţie în cadrul unui gabarit stabilit. Se insistă asupra procedeelor de recondiţionare a sondelor vechi pentru a se putea folosi, atît pentru injecţie, cît şi pentru reacţie.

Capitolul VI prezintă problemele legate de procesul de recuperare secundară prin injecţie de gaze, şi anume: procurarea şi purificarea gazelor; fenomenele de zăcămînt privind dislocuirea ţiţeiului din porii rocii de către gazele injectate; prevederi de producţie în etapa exploatării primare şi comportarea zăcămîntului în perioada de exploatare prin metode secundare cu injecţie de gaze.

Partea a întîia a lucrării se încheie cu capitolul VII, în care se descrie exploatarea zăcămintelor de ţiţei prin dislocuirea cu fluide miscibile — injecţie de gaze uscate la înaltă presiune-gaze îmbogăţite, agenţi oleici, alcooli, polimeri, bioxid de carbon etc.

Autorii prezintă cele mai noi teorii şi tehnologii de lucru folosite pe plan mondial privind dislocuirea miscibilă a ţiţeiului din mediul poros. Se foloseşte un bogat material bibliografic apărut în literatura de specialitate, atît ca lucrări complete, cît şi numai sub formă de descrieri a unor experienţe efectuate în condiţii de laborator sau în instalaţii-pilot.

Partea a doua a lucrării este alcătuită din capitolele VIII şi IX şi tratează problemele şi fenomenele de recuperare termică. Astfel, capitolul VII se ocupă de injecţia de fluide calde, şi anume: apa şi aburul ca purtătoare de căldură, pierderile de căldură în instalaţiile de suprafaţă, în sondă şi în strat; calitatea aburului folosit, comportarea zăcămîntului în cazul injecţiei continue şi ciclice de abur; utilajele şi echipamentele utilizate pentru injecţie; pregătirea şi echiparea sondelor etc.

Autorii consideră că metoda de recuperare secundară prin injecţie de fluide calde, în special abur, în cazul zăcămintelor din ţara noastră, este mai eficientă decît alte procedee de exploatare secundară a zăcămintelor, care conţin ţiţei cu viscozitate mare şi greutate specifică ridicată.

Cartea se încheie cu capitolul IX, care descrie metoda de combustie subterană, şi anume: caracteristicile de zăcămînt necesare pentru a se putea aplica procesul de ardere în strat; mecanismul combustiei; analiza diferiţilor factori care influenţează procesul de combustie directă sau inversă; efectele arderii asupra ţiţeiului şi rocii magazin, factorul final de recuperare a ţiţeiului din zăcămînt.

Lucrarea se adresează inginerilor, tehnicienilor, proiectanţilor şi cercetătorilor din domeniul extracţiei ţiţeiului, de asemenea ea poate fi folosită de către studenţii şi doctoranzii de la institutele de profil.

I. COSTIN: **INSTALAŢII PENTRU FORAJ DE MICĂ ADÎNCIME.** Ed. tehnică, Bucureşti, 1972, 364 p.

Lucrarea este formată din două părţi distincte. Prima parte cuprinde aspecte generale, teoretice şi practice privitoare la instalaţiile de foraj de mică adîncime, iar partea a doua prezintă tipurile reprezentative ale acestor instalaţii care se fabrică în R.S. România.

Prima parte dezvoltă şi stabileşte parametrii de la suprafaţă şi de la talpă pentru conceperea unei instalaţii de foraj bazate pe cele mai moderne şi eficiente tehnologii de foraj. Pe întregul parcurs al lucrării se observă preocuparea autorului de a subordona instalaţia tehnologiei de foraj. O instalaţie de foraj este modernă, utilă şi economică dacă poate satisface cele mai moderne şi economice tehnologii de foraj. Aspectul economic este scos în evidenţă prin alegerea celei mai simple concepţii a cinematicei şi construcţiei unei instalaţii de foraj, printr-un consum minim de energie şi o întreţinere simplă, implicit cheltuieli de exploatare reduse.

Partea întîi este dezvoltată pe forajul cu întreaga garnitură de prăjini în rotaţie cu circulaţie hidraulică şi aer şi pentru forat găuri sau carotaj mecanic în roci de la slabe la abrazive. La aceste metode de foraj elementele de bază sînt dislocarea rocii, eliminarea detritusului din gaură şi manevrarea garniturilor de foraj. Rezolvarea acestor probleme se face pornind de la premise şi deducţii ştiinţifice, care sînt corectate apoi cu coeficienţi şi relaţii bazate pe o bogată cercetare experimentală. Toate ecuaţiile stabilite teoretic sînt readuse la relaţii experimentale verificate de autor. Datele astfel stabilite sînt fixate în formule experimentale şi numeroase diagrame.

Astfel, se stabilesc în capitole distincte puterile necesare pentru dislocarea rocilor, pentru manevrarea garniturilor de foraj şi pentru circulaţia fluidului de foraj, în scopul eliminării destritusului.

Modul şi concluziile la care se ajunge la stabilirea puterii de dislocare a rocii sînt originale şi aduc un aport important în literatura noastră tehnică de specialitate. Se analizează distinct puterea pentru dislocarea rocii propriu-zise şi puterea pentru rotirea garniturii de foraj în gaură. În primul caz se pun în evidenţă parametrii, ca: tăria rocii, turaţia, apăsarea, forma suprafeţei în contact direct cu roca. Pe baza deducţiilor teoretice şi a corecturilor verificate experimental, se stabilesc domeniile de valabilitate eficientă a sapelor cu lame, cu ştifturi, cu role sau cu diamante. În al doilea caz se pun în evidenţă turaţia şi mărimea spaţiului inelar. Concluziile teoretice şi experimentale stabilesc, de asemenea, domeniile de valabilitate eficientă, precum şi tipurile de garnituri de foraj. Tăria rocii (tipul sapei), spaţiul inelar, apăsarea şi turaţia stabilesc puterea de rotire şi de dislocare. Prin formule şi diagrame se arată influenţa acestor parametri. Se specifică în mod pregnant modul de acţionare asupra acestor parametri. Eficienţa economică trebuie să primeze astfel, încît să se obţină avansarea maximă cu un minimum de putere, respectiv de energie. Se fac deducţii şi se dau informaţii preţioase, în special asupra forajului cu rotiri mari ale garniturilor de foraj (peste 1 500 rot./min) şi mărimi minime ale spaţiului inelar. Se insistă asupra utilizării garniturilor de foraj echilibrate (pentru turaţii înalte) şi lise la exterior, pentru micşorarea spaţiului mort.

Se analizează vitezele şi sarcinile ca parametri principali ai puterii de manevrare a garniturilor de foraj. Se dau valori limite pentru viteze şi se elaborează criterii, în special economice, pentru delimitarea sarcinilor pe tipuri de instalaţii de foraj. Pe această bază se stabilesc tiposerii.

Pe lîngă alţi factori, debitul şi presiunile stabilesc puterea de circulaţie. Auto-

rul insistă cu competență și tratează cu originalitate bazele de stabilire a debitului pornind de la cele mai moderne și eficiente metode de foraj (hidraulice sau cu aer).

Se fac recomandări asupra modului de stabilire a vitezei ascensionale, respectiv a debitului. Se insistă asupra forajului rotativ cu aer dîndu-se indicații asupra avansării maxime cu un consum minim de aer.

Cunoscîndu-se puterile de dislocare a rocii, manevrării garniturilor și circulației fluidului, se stabilesc criterii și relații pentru conceperea și materializarea instalațiilor de foraj. Modul și metodele de stabilire a cinematicei constituie o parte interesantă și importantă. La baza acestora stă, ca în toată lucrarea, preocuparea unei eficiențe economice mărite.

Partea întîi este completată cu noțiuni asupra materialului tubular, cu tabele ale dimensiunilor uzuale și componențe optime pentru alcătuirea garniturilor de foraj sau carotaj. De asemenea, se tratează competent, teoretic și practic, sistemele de manevrare a carotierelor introductibile, făcîndu-se judicioase recomandări.

Partea a doua cuprinde instalațiile de foraj pentru mică adîncime, care se execută curent în R.S. România. Se insistă asupra tipului reprezentativ de instalație de carotaj pentru cercetări geologice din gama S G și se analizează în detaliu instalația mai reprezentativă SG—300. Celelalte instalații SG—75; SG—150; SG—650 și SG—1200 sînt examinate numai sub aspectul specificului lor. Se dau în amănunt caracteristicile tehnice. Se arată modul teoretic și practic cum se determină unele caracteristici principale și se insistă asupra comenzilor, în special ale celor mecanizate (hidraulice). Se fac recomandări de întreținere, funcționare și exploatare.

În același mod sînt tratate instalațiile pentru foraj în cariere (cu aer), instalațiile pentru foraj seismic (FS—1), instalațiile pentru format piloți din pămînt în scopul compactării terenurilor (CPL) și instalații pentru forat puțuri de apă (FA). La ultimele se arată teoretic și practic, modul de aplicare a forajului cu circulație inversă, cu aerlift și cu percuție.

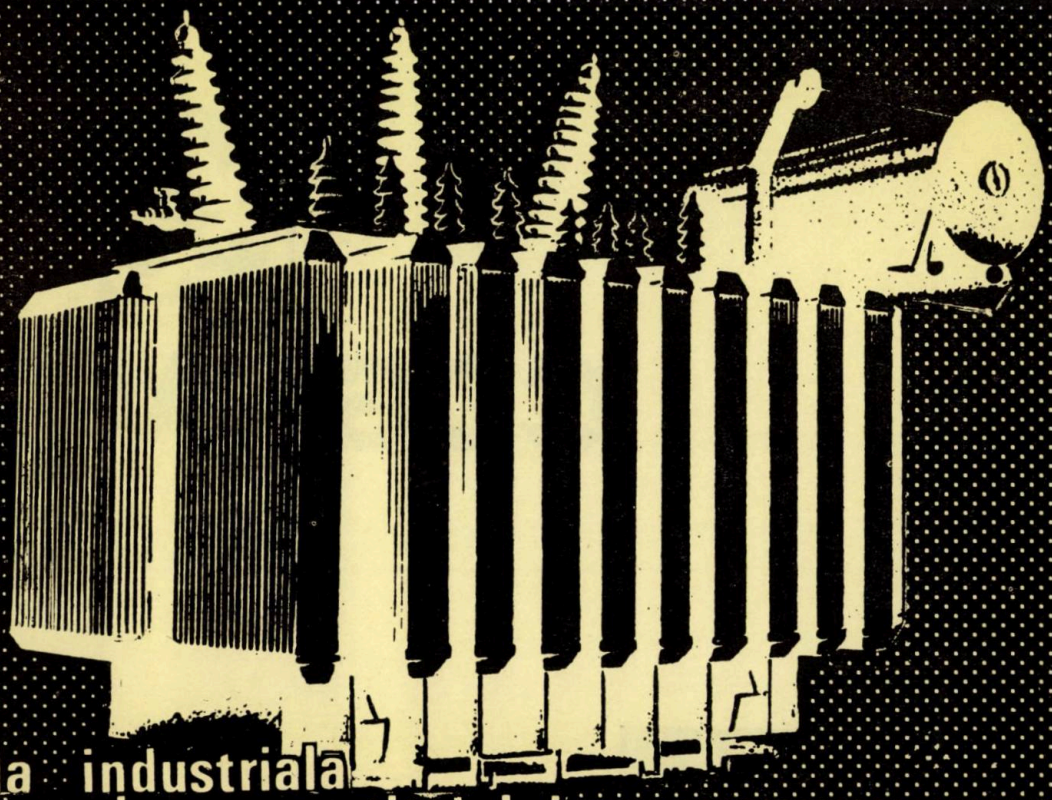
Lucrarea abundă prin numeroase tabele, scheme, figuri și diagrame trasate pentru cele mai uzuale programe de foraj sau carotaj și pe care se pot citi cu ușurință datele necesare aplicării celei mai eficiente tehnologii. De asemenea, se poate stabili și alege pentru forarea unei găuri cea mai economică instalație de foraj dintr-o anumită gamă.

Lucrarea este scrisă într-o formă clară cu un conținut competent din punct de vedere științific și teoretic și adaptat aspectului practic prin numeroase și îndelungate cercetări. Prin formă și conținut se adresează tuturor inginerilor și tehnicienilor, care lucrează în domeniul forajului pentru cercetări geologice, prospecțiuni seismice, forajul puțurilor de apă, în cariere miniere și piatră, compactări și consolidări de terenuri, examinări de baraje și fundații de mare importanță etc.

Revista PETROL și GAZE Redacția: București, Calea Plevnei, 139, telefon 44. 22. 60. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere telefon 49. 22. 60. Calea Plevnei 139 cont 640 301-14. Banca Națională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector 1 București. Tarif pentru întreprinderi: lei 160 anual; tarif pentru abonamente individuale: lei 30 anual. Prețul unui exemplar lei 8. Taxele poștale plătite în numerar pe anul 1972 conform aprobării D.P.D.P. nr. 10/9416/1971.

I. P. I. c. 1775

14 330



Centrala industriala
pentru prelucrarea țițeiului

RAFINĂRIA PLOIEȘTI

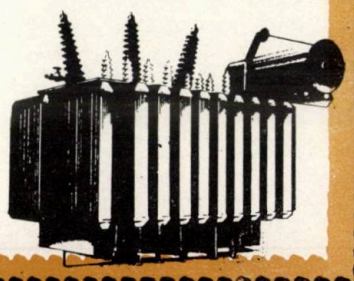
RAFINĂRIA PLOIEȘTI

Bd. Petrolului nr. 59
Telefon 10220

PRODUCE ȘI LIVREAZĂ PENTRU EXPORT.

DUPĂ NORMELE INTERNAȚIONALE

V D E	0370/10.66
B.S.	148/1959
I.S.	355/1963
GOST	982/1956



ULEIURI ELECTROIZOLANTE
LIVRAREA LA CERERE ÎN CISTERNE CF
SAU AMBALATE ÎN BUTOAIE A 200 LITRI

COSTACURTA

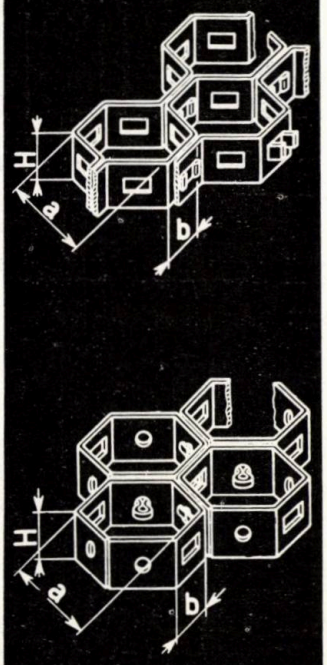
PENTRU
INDUSTRIA PETROLULUI
ŞI
INDUSTRIA PETROCHIMICĂ

VICO - Tex ®

(Separatoare de ceaţă/separatorre de picături)

Preîntîmpină antrenarea lichidelor în toate procesele gaz-lichid.

Materiale: Oţel antiacid 410, 430, Oţel antiacid 304, 321, 347 Nichel, Metal-monel® Inconel,® Incoloy® 625 şi 825, Carpenter® 20, Titan pur, Hastelloy® B şi C, Teflon FEP® monofilamentar Polietilenă monofilamentară, Polipropilenă monofilamentară, Saran® monofilamentar, Oţel antiacid şi fibră de sticlă, Oţel antiacid şi polipropilenă multifilamentară.



VICO - Still ®

(celule hexagonale)

Fixează şi armează căptuşelile de injecţie sau căptuşelile de turnare monolitice.

*

INDUSTRIA
METALURGICĂ

VIRGILIO COSTACURTA S.A.S.

20161 MILANO (Italy)
Via Grazioli, 30
Tel. 6455741 (4- lines)
Telex 33305 VICO MILANO

TEŞĂTURI METALICE

Tesături metalice şi repere din împletituri de sîrmă pentru industrie

VICO - Rel ®

PLASE METALICE
SUDATE ELECTRIC

MŰSZAKI KÖNYVTÁR
DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT

Pour tous travaux miniers et géologiques s'adresse à

geomin

ENTREPRISE D'ÉTAT DE COMMERCE EXTÉRIEUR
SPLAIUL INDEPENDENȚEI 202 ● BOUCAREST — ROUMANIE
● TÉLÉPHONE: 13.00.94 ● TELEX: 01 12 63.

GEOMIN assure la mise en valeur des gisements de minerais par la livraison d'installations complétes, avec la technologie la plus moderne et des méthodes de grande efficience.

Des instituts spécialisés et un personnel hautemen qualifié assurent l'exécution de:

— prospections et explorations géologiques, recherches technologiques de laboratoire et dans des installations pilote:

— études de faisabilité pour différents types de gisements;

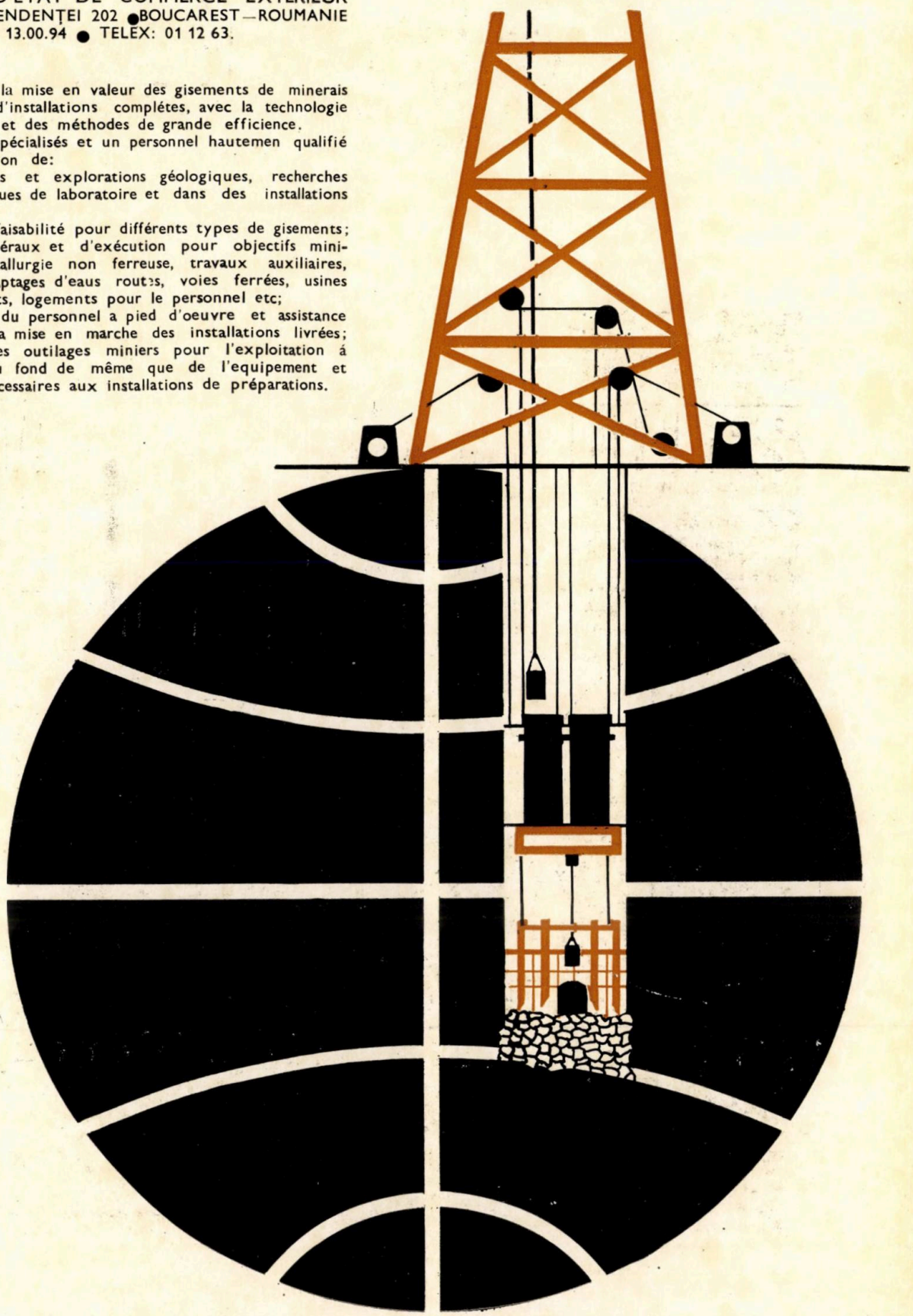
— projets généraux et d'exécution pour objectifs miniers et de métallurgie non ferreuse, travaux auxiliaires, aménagements, captages d'eaus routes, voies ferrées, usines électriques dépôts, logements pour le personnel etc;

— instruction du personnel a pied d'oeuvre et assistance technique pour la mise en marche des installations livrées;

— livraison des outilages miniers pour l'exploitation á ciel ouvert ou au fond de même que de l'equipement et des maschines nécessaires aux installations de préparations.

GEOMIN offre aussi pour l'extraction de pétrole:

— études de synthèse pour évaluer les gisements de pétrole et de gaz
— programmes d'exploration
— prospections geologiques
— prospections geophysiques
— forage structural
— forage de puits d'exploration et d'exploitation
— projets, livraison et construction d'utilités la instalations annexes (conduits, réservoirs etc.



Țevi și conducte sudate și fără cusătură pentru toate scopurile industriale și civile

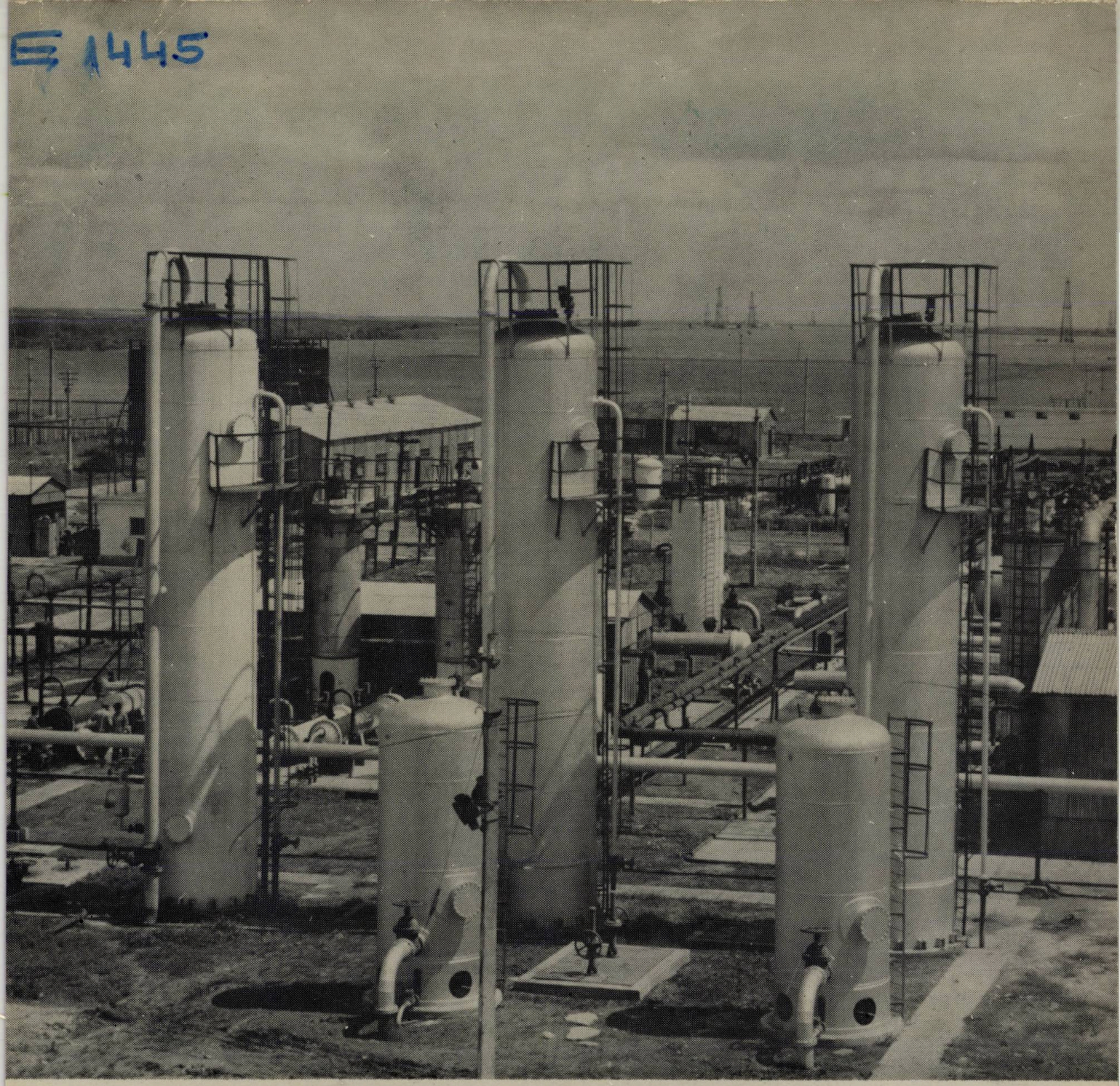
Dalmine

sînt exportate prin siderexport

finsider group

PUBLICOM

E 1445

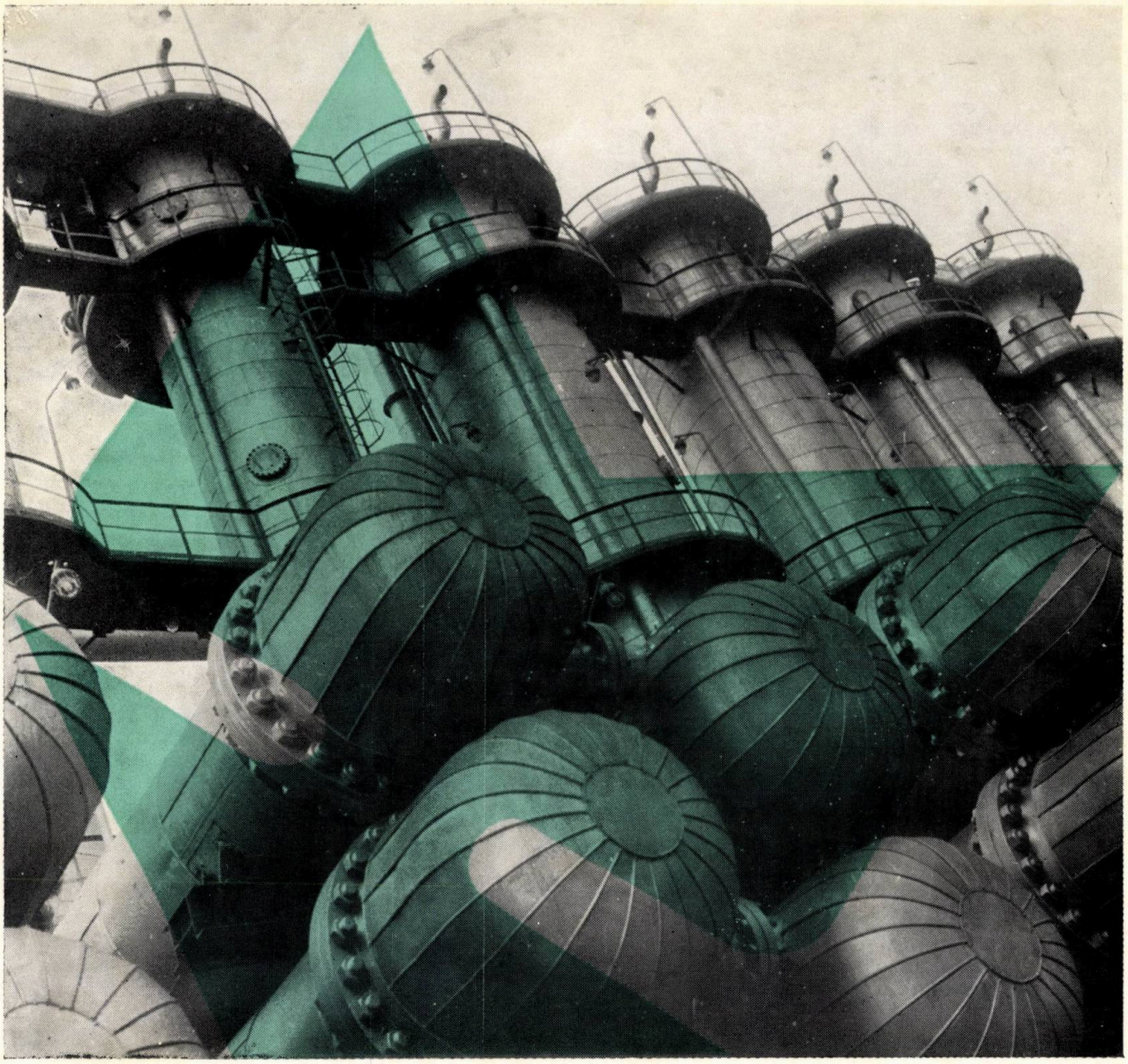


PETROL ȘI GAZE

11

NOIEMBRIE 1972
Vol. 23 p. 637–700
BUCUREȘTI
ROMÂNIA

23 (11) 637–700 (1972)



petrom

Întreprindere de Stat
pentru Comerțul Exterior
Telefon: 156964; 144291
Telex: 011374 Camrom for Petrom
Telegrame: Petrom—București

22, Bd. N. Bălcescu București—România

ACTUALITATE: Uzine chimice construite pe baza celor mai moderne tehnologii
TRADIȚIE: Peste 100 de ani experiență în prelucrarea țițeiului puse la dispoziția Dv. de

PETROM Întreprindere de Stat pentru exportul de instalații complete de uzine chimice, petrochimice și rafinării de petrol

PETROM
oferă la export:

- **uzine chimice și petrochimice, instalații tehnologice complete în domeniul petrochimiei, al chimiei organice și anorganice, îngrășămintelor, medicamentelor, coloranților, maselor plastice, fibrelor și cauciucului sintetic, ș.a;**
- **rafinării complete și instalații de prelucrare a țițeiului;**
- **instalații auxiliare pentru uzine chimice, petrochimice și rafinării de petrol;**
- **licențe, invenții, know-how și asistență tehnică în domeniul industriei chimice, petrochimice și al prelucrării țițeiului.**

PETROM—oferă o gamă largă de servicii în domeniul industriei chimice, petrochimiei și prelucrării țițeiului.

PETROM—cooperează pe baze reciproc avantajoase cu parteneri externi pentru realizarea unor obiective în domeniul său de activitate

Fiind o întreprindere de stat, PETROM are posibilitatea să utilizeze întregul potențial tehnico-științifie pe care industria românească îl are în acest domeniu, pentru realizarea sarcinilor sale externe.

PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL INSTITUTULUI CENTRAL DE CERCETĂRI CHIMICE – BUCUREŞTI DIN MINISTERUL INDUSTRIEI CHIMICE şi al INSTITUTULUI DE CERCETARE ŞI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ŢIŢEI ŞI GAZE – CIMPINA DIN MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

VOL. XXIII, Nr. 11
noiembrie 1972

CUPRINS

M. Leu: **Asociaţia microfaunistică a orizontului cu Nummulites perforatus din sectorul sud-est Cluj** 643—645

Gr. Manolescu: **Un criteriu de apreciere a rezultatelor tehnice ale operaţiilor de stimulare a afluxului prin tratamente chimice** 646—652

Al. Vernescu: **Asupra calculelor de declin** 642—656

A. Cârcoană: **Unele date cu privire la exploatarea zăcămintelor de ţiţei aflate în roci carbonitice fisurate** 657—660

P. Eftimescu: **Influenţa mediului corosiv asupra materialului tubular** 661—666

Gh. I. Peteu: **Stadiul şi perspectivele aplicării tehniciior nucleare în industria petrolului. II** 667—673

C. Ionescu şi Gh. Manea: **Aspecte ale valorificării uleiului de călire de la o instalaţie de piroliză a benzinei** 674—677

C. Strătulă: **Calculul coeficienţilor de difuzie moleculară în amestecuri binare gazoase şi lichide. II** 678—687

Documentare 688—693

Informaţii tehnico-economice 693—695

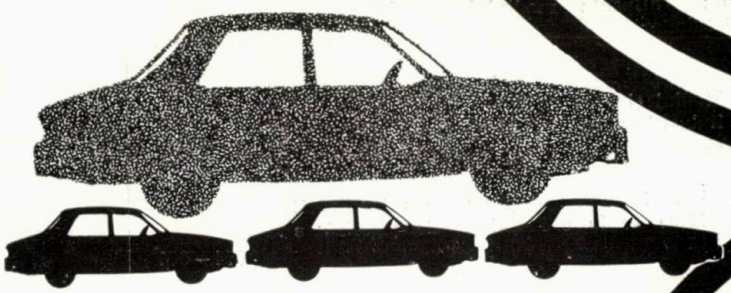
Recenzii 695

RAFINĂRIA TELEAJEN

Str. Mihai Bravu nr. 217
Telefon: 10700

Produce
pentru export:

- uleiuri pentru motoare auto, în diverse sortimente și nivele de aditivare:
  SAE 10 W; SAE 10 W/30;
  SAE 20 W; SAE 20W/40;
  SAE 30; SAE 40 și SAE 50
- uleiuri pentru locomotive Diesel în sortimentele:
  DS 30
  DS 40
- Uleiuri pentru angrenaje auto:
  SAE 80 — EP
  SAE 90 — EP
  SAE 140 —EP



RAFINĂRIA TELEAJEN

Centrala industrială
pentru prelucrarea țițeiului
PLOIEȘTI
Telex: 019 275
Telefon 10 500

CONTENTS

M. Leu: **The Microfaunistic Association of the Horizon with Nummulites Perforatus in the South-Western Cluj Sector** 643—645

Gr. Manolescu: **An Estimation Criterion of the Technical Results of the Inflow Stimulation by Chemical Treatments** 646—652

Al. Vernescu: **Concerning the Declination Calculus** 653—656

A. Cârcoană: **Some Data Concerning the Exploitation of Oilfields Existing in Fissured Carbonatic Rocks** 657—660

P. Eftimescu: **The Influence of the Corrosive Medium on the Tubular Material** 661—666

Gh. I. Peteu: **The Study and Prospects of Nuclear Technique Application in the Oil Industry. II.** 667—673

C. Ionescu, Gh. Manea: **Aspects of the Turning to Account of the Hardening Oil in a Gasoline Pyrolisis Plant** 674—677

C. Strătulă: **The Calculus of the Molecular Diffusion Coefficients in Gaseous and Liquid Binary Mixtures. II.** 678—687

M. Leu: **The Microfaunistic Association of the Horizon with Nummulites Perforatus in the South-Western Cluj Sector**

The paper deals with the microfaunistic association with Nummulites perforatus from the North-Western area of the Transylvanian Depression. The microfossile content is very rich being composed of remnants of foraminiferae, ostracodae, briozoa and echinodermae of Lutetian age.

The microassociation defines a marker and proves to be very useful in establishing the horizons and correlating stratigraphically the respective series both in the Transylvanian Depression and the limitrophe geological units.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 11, p. 643
D.C. 551.7

Gr. Manolesau: **An Estimation Criterion of the Technical Results of the Inflow Stimulation by Chemical Treatments**

Based on an hydrodynamic analysis of the influx toward a well with radially variable permeability, the paper states that the result of an acidizing operation belongs to two physically independent effects.

The first, due to the increase of the permeability is rather small (20 %—60 %) but lasting, while the second, sometimes spectacular, procedes from the releasing of the oil from the numerous microtraps of the porous medium.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 11, p. 646
D.C. 622.245.5

A. Cârcoană: **Some Data Concerning the Exploitation of Oilfields Existing in Fissured Carbonatic Rocks**

Some data are given concerning the nature, characteristics, displacement mechanism and behaviour in exploitation of fissured carbonatic deposits which, in general differ from those of oilfields existing in sands or sandstones. The data will allow a better understanding of the behaviour of such deposits and the establishment of correct exploitation measures.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 11, p. 657
D.C. 622.323

C. Ionescu, Gh. Manea: **Aspects of the Turning to Account of the Hardening Oil in a Gasoline Pyrolisis Plant**

The physical and chemical properties of the hardening oil resulted from a gasoline pyrolisis plant are briefly presented.

It is suggested to separate a fraction by the distillation in vacuo of the hardening oil-and to use it as a raw material in carbon black fabrication by the furnace technique.

A comparative analysis of the raw material from the carbon black production and of the hardening oil is also included.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 11, p. 674
D.C. 665.637.6: 661.666.4

C. Strătulă: **The Calculus of the Molecular Diffusion Coefficients in Gaseous and Liquid Binary Mixtures. II.**

The diffusion coefficient represents a particulary important magnitude in the mass transfer between phases. This is why most calculus relations of mass transfer processes (calculus of the transfer unit, calculus of the individual and global mass transfer coefficients) contain the diffusion coefficients of the components that constitute the system.

Since the obtention of the diffusion coefficients by experimental way is difficult, this paper attempts to present the most important calculus relations and methods of these coefficients.

It results from the literature data and from the examples presented that the data obtained by calculus are in good agreement with the experimental ones with the exception of the liquid non-ideal mixtures for which no reliable relation or method exists for calculating the diffusion coefficients at various concentrations.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 11, p. 678
D.C. 541.123.2: 532.72

СОДЕРЖАНИЕ

М. Леу: **Микрофаунистическое объединение горизонтов с Нуммулитес перфоратус из южно-западного района Клуж** 643—645

Гр. Манолеску: **Оценка технических результатов операций по стимулированию притока путем химических обработок** 646—652

Ал. Вернеску: **О расчетах падения** 653—656

А. Кыркоанэ: **Ряд данных относительно разработки нефтяных залежей находяхщихся в трещиноватых карбонатных породах** 657—660

П. Ефтимеску: **Влияние коррозионной среды на трубные изделия** 661—666

Г. И. Петеу: **Изучение и перспективы применения ядерной техники в нефтяной промышленности. II** 667—673

К. Ионеску, Г. Маня: **Аспекты по освоению масла для прокаливания из пиролизной установки для бензина** 674—677

К. Стрэтулэ: **Расчет коэффициентов молекулярной диффузии в бинарных газовых и жидких смесях. II** 678—687

М. Леу: **Микрофаунистическое объединение горизонтов с нуммулитес перфоратус из южно-западного района Клуж.**

Работа относится к микрофаунистическому объединению с Нуммулитес перфоратус из южно-западной зоны Трансильванской депрессии. Содержание микроископаемых очень богато и состоит из остатков фораминифер, остракодов, бриозор и экинодерм, лютейского возраста.

Микрообъединение определяет реперный горизонт и приносит большую пользу при стратиграфическом горизонтировании и корреляции соответствующей серии как для Трансильванской депрессии, так и для окружающих геологических единиц.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 11, p. 643
Д.К. 551.7

Гр. Манолеску: **Оценка технических результатов операций по стимулированию притока путем химических обработок**

На основе гидродинамического анализа притока к скважине, вскрывающей пласт с различной проницаемостью в радиальном направлении по отношению к скважине, работа доказываетс что результаты кислотных обработок состоит из двух независимых эффектов.

Первый, повышение проницаемости, приводит к относительно малой но длительной производительности (20 %—60 %). Второй, иногда изумительный (повышение дебитов на 100 %—1 000 %), вообще кратковременный, в несколько месяцев и является следствием освобождения нефти из микроловушек зоны кислотной обработки.

Представления, существующие до сих пор, не различают эти эффекты приписывая в целом первому эффекту, но приписывая всеобщему эффекту кратковременность второго.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 11, p. 646
Д.К. 622.245 5

А. Крыркоанэ: **Ряд данных относительно разработки нефтяных залежей находяхщихся в трещиноватых карбонатных породах.**

Приводится в работе ряд данных относительно рода характеристик, механизма дислокаций и поведения при разработке трещиноватых карбонатных залежей, которые в общем отличаются от нефтяных залежей, находящихся в песках или в песчаниках. Таким образом понимание поведения таких залежей становится более ясным, а также и принятие правильных мер по разработке.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 11, p. 657
Д.К. 622.323

К. Ионеску, Г. Маня: **Аспекты по освоению масла для прокаливания из пиролизной установки для бензина.**

В статье приводится краткая характеристика физических и химических свойств масла для прокаливания получаемого из пиролизной установки для бензина. Предлагается отделение одной фракции-путем вакуумной дистилляции масла для прокаливания и ее использование в качестве сырья для производства сажи доменным способом. Приводится также сравнительный анализ сырья для производства сажи и масла для прокаливания.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 11, p. 674
Д.К. 665.637.6:661.666.4

К. Стрэтулэ: **Расчет коэффициентов молекулярной диффузии в бинарных газовых и жидких смесях. II**

Коэффициент диффузии представляет собой особо важную величину в массопередаче между фазами. Поэтому у большинства расчетных отношений процессов массопередач (расчет передаточной единицы, расчет индивидуальных и общих коэффициентов массопередачи) имеются коэффициенты диффузии компонент которые составляют систему. Учитывая что получение коэффициента диффузии опытным путем затруднительно, настоящая работа пытается представить самые главные отношения и методы расчета этих коэффициентов.

Из литературный данных, а также из приведенных примеров выходит что величины полученные расчетом соответствуют опытным величинам, за исключением бинарных неидеальных жидкостей, где еще до сих пор не существует какое либо отношение или точный метод по расчету коэффициентов диффузии при различных концентрациях.

Petrol şi.Gaze, **23**, 1972, nr. 11 p. 678
Д.К. 541.123.2:532 72

INHALT

M. Leu : **Mikrofaunistische Zusammenlagerung der Horizonte mit Nummulites perforatus im Südwestsektor — Cluj** 643—645

Gr. Manolescu: **Bewertungskriterium der technischen Ergebnisse der Operationen für die Erdölzuflussanregung durch chemische Behandlung** 646—652

Al. Vernescu : **Über die Abfallberechnung** 653—656

A. Cârcoană : **Einige Daten in bezug auf die Ausbeutung der Erdöllagerstätten in rissigen kohlenführenden Gesteinen** 657—660

P. Eftimescu : **Einfluss des korrosiven Mediums auf das Rohrmaterial** 661—666

Gh. I. Peteu: **Stand und Perspektiven der Anwendung der Nukleartechnik in der Erdölindustrie. II.** 667—673

C. Ionescu, Gh, Manea : **Aspekte der Verwertung des Härteöls bei einer Pyrolyseanlage für Benzin** 674—677

C. Strătulă : **Berechnung des Molekulardiffusionskoeffizienten in binären gasförmigen und flüssigen Gemischen. II** 678—687

M. Leu : **Mikrofaunistische Zusammenlagerung der Horizonte mit Nummulites perforatus im Südwestsektor-Cluj**

Die Arbeit bezieht sich auf die mikrofaunistische Zusammenlagerung mit Nummulites perforatus im nordwestlichen Gebiet der Transsilvanischen Depression. Der Gehalt an Mikrofossilien ist sehr reich und besteht aus Überresten von Foraminiferen, Ostrakoden, Bryozoen und Äquinodermen lutetischen Alters.

Die Mikrozusammenlagerung umreisst eine Horizontmarke und erweist sich als äusserst nützlich für die Horizontbestimmung und stratigraphische Korrelation der betreffenden Reihe, sowohl in der Depression Transsilvaniens als auch der angrenzenden geologischen Einheiten.

Petrol şi Gaze, **23**, nr, 11, 1972, p. 643
D.K. 551.7

Gr. Manolescu : **Bewertungskriterium der technischen Ergebnisse der Operationen für die Erdölzuflussanregung durch chemische Behandlung.**

Auf Grund einer hydrodynamischen, Analyse des Zuflusses zu einer Sonde, die eine Schicht mit veränderlicher Permeabilität entlang der Zone durchdringt, wird die Schlussfolgerung gezogen, dass die Ergebnisse einer Säuerung von zwei unabhängigen physikalischen Wirkungen bedingt sind.
Die erste beruht auf der Steigerung der Permeabilität und ist verhältnissmässig gering (20—60 %), jedoch von Dauer, während die zweite, von aussergewöhnlichen Intensität durch den Austritt des Erdöls aus zahlreichen Mikrospeichern des porösen Mediums in der betreffenden Zone bewirkt wird.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 11, p. 646
D.K. 622.245.5

A. Cârcoană : **Einige Daten in bezug auf die Ausbeutung der Erdöllagerstätten in rissigen kohlenführenden Gesteinen**

Der Verfasser gibt einige Daten im Zusammenhang mit der Art, den Kennzeichen, der Verschiebungsvorgänge und dem Ausbeutungsverhalten rissiger kohlenführender Gesteine an, die im allgemeinen von jenen der Erdöllagerstätten in Sand und Sandsteinformationen abweichen. Auf diese Weise ist eine bessere Erkenntnis des Verhaltens solcher Lagerstätten und die Festlegung genauer Ausbeutungsmassnahmen möglich.

Petrol şi Gaze **23**, 1972, nr. 11, p. 657
D.K. 622.323

C. Ionescu, Gh. Manea : **Aspekte der Verwertung des Härteöls bei einer Pyrolyseanlage für Benzin**

Die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Härteöls, das von einer Pyrolyseanlage des Benzins anfällt werden kurz dargelegt.

Es wird vorgeschlagen eine Fraktion durch die Vakuumdestillation des Härteöls zu trennen und diese als Ausgangsstoff für die Herstellung des Russes durch das Hochofenverfahren zu verwenden.

Desgleichen wird der Rohstoff für die Russherstellung und des Härteöls vergleichsweise analysiert.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 11, p. 674
D.K. 665.637.6: 661.666.4

C. Strătulă: **Berechnung des Molekulardiffusionskoeffizienten in binären gasförmigen und flüssigen Gemischen. II**

Der Diffusionskoeffizient stellt eine Grösse von besonderer Bedeutung in der Massenübertragung zwischen den Phasen dar. Aus diesem Grunde beinhalten die meisten Berechnungsrelationen der Massenübertragungsprozesse (Berechnung der Übertragungseinheiten, Berechnung der einzelnen und gesamten Koeffizienten der Massenübertragung) auch die Diffusionskoeffizienten der Bestandteile des Systems.

Da die Diffusionskoeffizienten auf experimentellen Weg nur schwer zu ermitteln sind, versuchte der Verfasser die wichtigsten Beziehungen und Methoden zur Berechnung dieser Koeffizienten darzulegen.

Aus Daten der Fachliteratur sowie der dargelegten Beispiele geht hervor, dass die durch Berechnung erzielten Werte eine Übereinstimmung mit den Versuchsdaten aufweisen, mit Ausnahme der nichtidealen flüssigen Binärgemische, für die es noch keine sichere Beziehung oder Methode für die Berechnung der Diffusionskoeffizienten bei verschiedenen Konzentrationen gibt.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 11 p. 678
D.K. 541.123.2:532.72

SOMMAIRE

M. Leu : **L'association microfaunistique de l'horizon à Nummulites perforatus du secteur Sud-Ouest Cluj** 643—645

Gr. Manolescu : **Un critère pour l'estimation des résultats techniques des opérations de stimulation de l'afflux par des traitements chimiques** 646—652

Al. Vernescu : **Au sujet des calculs de déclin** 653—656

A. Cârcoană : **Certaines données ayant trait à l'exploitation des gisements de brut se trouvant dans des roches carbonatiques fissurées** 657—660

P. Eftimescu : **L' influence du milieu corrosif sur le matériel tubulaire** 661—666

Gh. I. Peteu : **Le stade et les perspectives de l'application des techniques nucléaires dans l'industrie du pétrole. II** 667—673

C. Ionescu, Gh. Manea : **Aspects de la mise en valeur de l'huile de trempe résultée d'une installation de pyrolise de l'essence** 674—677

C. Strătulă: **Le calcul des coefficients de diffusion moléculaires dans des mélanges binaires gazeux et liquides. II** 678—687

M. Leu : L'association microfaunistique de l'horizon à Nummulites perfotatus du secteur Sud-Ouest Cluj

L'étude porte sur l'association microfaunistique a Nummulites perforatus de la zone du nord-ouest de la Dépression de Transylvanie. La teneur microfossile est très riche, étant constituée de restes de foraminifères, ostracodes, briozoaires et équinodermes d'âge lutétien.

La microassociation définit un horizon repaire et s'avère très utile pour l'établissement des horizons et la corrélation stratigraphique de la série respective, autant dans la Dépression de Transylvanie que dans les unités géologiques limitrophes.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 11, p. 643
C.D. 551.7

Gr. Manolescu : Un critère pour l'estimation des résultats techniques des opérations de stimulation de l'afflux par des traitements chimiques.

Basé sur une analyse hydrodynamique de l'afflux vers une sonde dont la région voisine présente une perméabilité effective différente de celle de la formation vierge et variant avec le rayon selon une courbe hyperbolique de degré θ, l'auteur retrouve sur une base plus véridique une conclusion qu'on pourrait déduire sans doute moins exactement et d'une manière moins fondée de l'analyse classique correspondante (manchon voisin de la sonde, avec perméabilité constante) : le coefficient d'augmention du débit à la suite de la seule modification de la perméabilité ne peut pratiquement dépasser la valeur 2

D'autre part, l'analyse technico-économique classique des courbes de débit qui conduit à admettre une atténuation totale de l'effet du traitement après un laps assez court ce qui est incompatible avec l'interprétation correcte.

L'auteur démontre que l'effet réel, n'est temporaire que pour une composante du traitement : la libération de l'huile des micropièges de la zone affectée par le traitement, composante résultant de l'augmentation de la perméabilité, persistant longtemps. On donne une interprétation graphique plus évidente basée sur les courbes cumulatives de production.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 11, p. 646
C.D. 622.245.5

A. Cârcoană : Certaines données ayant trait à l'exploitation des gisements de brut se trouvant dans des roches carbonatiques fissurées

L'article présente certaines données concernant la nature, les caractéristiques, le mécanisme de déplacement et le comportement dans l'exploitation des gisements carbonatiques fissurés qui, généralement diffèrent de ceux des gisements de pétrole situés dans des sables ou des grès. Les données fournies permettent de mieux comprendre le comportement de pareils gisements et d'établir les mesures correctes d'exploitation.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 11, p. 657
C.D. 622.323

C. Ionescu, Gh. Manea : Aspects de la mise en valeur de l'huile de trempe résultée d'une installation de pyrolise de l'essence.

L'article présente une brève caractérisation des propriétés physiques et chimiques de l'huile de trempe résultée d'une installation de pyrolise de l'essence. On propose la séparation d'une fraction par distillation dans le vide de l'huile de trempe et l'utilisation de celle-ci comme matière première dans la fabrication du noir de fumée par le procédé fourneau.

On présente également l'analyse comparative de la matière première utilisée à la production du noir de fumée et de l'huile de trempe.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 11, p. 674
C.D. 665.637.6:661.666.4

C. Strătulă : Le calcul des coefficients de diffusion moléculaires dans des mélanges binaires gazeux et liquides. II.

Le coefficient de diffusion représente une valeur particulièrement importante dans le transfert de masse entre phases. De ce fait, la plupart des relations de calcul des processus de transfert de masse (calcul de l'unité de transfert, calcul des coefficients individuels et globaux de tansfert de masse) contiennent des coefficients de diffusion des composantes qui constituent le système.

Etant donné que l'obtention des coefficients de diffusion par voie expérimentale est difficile, la présente étude s'est efforcée de présenter les relations et les méthodes de calcul les plus importantes de ces coefficients.

Les données fournies par la littérature et les exemples présentés font ressortir que les valeurs obtenues par calcul sont en bonne concordance avec celles obtenues par voie expérimentale, à l'exception des binaires liquides non-idéaux pour lesquels il n'existe jusqu'à présent aucune relation ou méthode de calcul sûre des coefficients de diffusion à différentes concentrations.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 11, p. 678
C.D. 541,123.2:532.72

Asociaţia microfaunistică a orizontului cu Nummulites perforatus din sectorul sud-vest—Cluj

M. Leu

Obiectul prezentei lucrări îl constituie studiul microfaunistic al orizontului cu *Nummulites perforatus* din împrejurimile oraşului Cluj.

Materialul de studiu a fost colectat din două aflorimente de calcare eocene, de la Luna de Sus (circa 14 km sud-vest de Cluj) şi de la Vlaha (circa 6 km sud de Luna).

Stratele cu „perforatus", situate între calcarele cu *Anomia* şi *Gryphaea esterhazyi* în bază şi marnele şi argilele cenuşii cu moluşte în partea superioară, reprezintă în pofida grosimii lor stratigrafice foarte reduse (6—7 m) un reper stratigrafic important, alcătuit aproape exclusiv din cochilii de numuliţi. Acest reper a fost observat şi descris încă din a doua jumătate a secolului trecut. Astfel, în 1863 a fost cercetat de către Fr. Hauer şi G. Stache, iar în 1888 şi 1894 de către A. Koch.

Lucrări geologice recente, referitoare la stratigrafia paleogenului din regiunea Cluj amintesc şi de orizontul cu *Nummulites perforatus*. Dintre aceste lucrări se menţionează acelea întocmite de Gr. Răileanu şi Emilia Saulea (1956), N. Mészaroş (1957), Niţa Vlaicu Tătărîm (1963), Gh. Bombiţă şi V. Moisescu (1968) etc.

După datele din literatura de specialitate [2, 4, 8], orizontul cu *Nummulites perforatus* conţine şi alte macroforaminifere, în afara speciei care i-a dat denumirea, ca, de exemplu: *Nummulites complanatus* (Defrance), N. *variolarius* (Lamarck), *N. striatus* Brugnière), N. *cf. beaumonti d'Archiac*, Haime. În asociaţie se mai întîlnesc şi moluşte, ca: *Gryphaea brogniarti Bronn.*, *G. esterhazyi Pav.*, *G. rarilamella* (Mellev), *Corbula gallica* Lamarck, *Velates schmiedelianus* (Chemnitz), *Ampulina patula* (Lamarck), *Rostellaria goniophora Bellardi.*

Cercetările microfaunistice pe probe aparţinînd orizontului cu *Nummulites perforatus* au arătat că asociaţia sa faunistică este mult mai largă, cuprinzînd şi numeroase microforaminifere, fragmente din colonii de briozoare, ostracode şi resturi scheletice de echinoderme.

TABELA 1

Conţinut microfaunistic \ Profile geologice cercetate	Luna de sus	Vlaha
Quinqueloculina poligona d'Orbigny	×	×
Lenticulina bonardii (Cuvillier, Szakal)	×	×
Globulina spinosa d'Orbigny	×	×
Reussella spinulosa (Reuss)		×
Asterigerina sp. 1		×
Rotalia armata d' Orbigny	●	●
R. stellata Reuss	0	●
R. umbilicata (Hantken)	0	0
Ammonia beccarii (Linné)	×	×
Globorotalia aragonensis Nuttall		×
Cibicides precursorius (Schwager)		×
Cibicides lobatulus Walker, Jacob	×	×
C rzehaki (Grzybowski)	×	×
C. westi var. westi Howe	×	×
Nonion micrum Cole		×
N. laeve (d'Orbigny)		×
Bairdia porcellanea Méhes	×	0
B. gliberti (Keij)	×	×
Macrocypris prima Méhes	×	0
M. kovacsiensis Méhes	×	×
Schizocythere sp. 1 după Sahali	×	×
Leguminocytheresis sp. a după Sahali	0	0
Cythereis daday Méhes		×
Cytheridea perforata (Roemer)	0	0
C. (Haplocytheridea) heizelensis (Keij)		×
Krithe bartonensis (Jones)	0	0
Eucytherura hantkeni Méhes	0	0
Cytheropteron jonesii Méhes		×
Xestoleberis ovulum Terquem	×	×
Briozoare (fragmente din colonii)	0	0
Echinoderme (resturi scheletice)	0	0

Legenda: x = prezent; o = frecvent; ● = foarte frecvent.

Lucrarea de faţă — prin datele prezentate — îşi propune să aducă noi contribuţii la cunoaşterea conţinutului paleontologic al orizontului cu *Nummulites perforatus*. Analizele de laborator au pus în evidenţă, în cele două profile cercetate, microfauna indicată în tabela 1.

În ceea ce priveşte vîrsta, cercetările realizate pînă acum plasează orizontul cu „per-

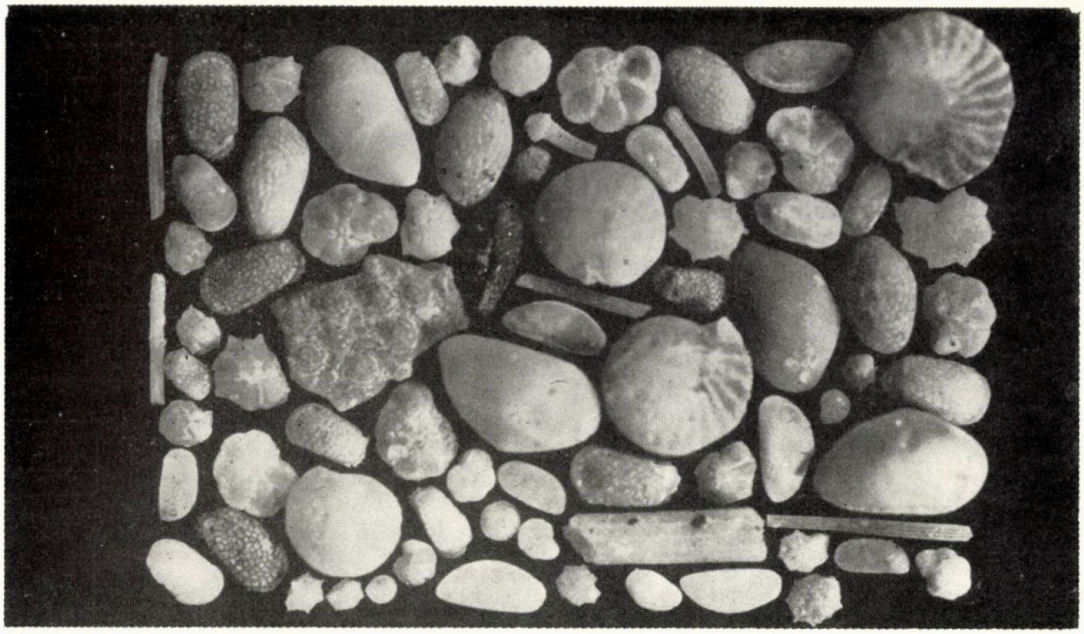


Fig. 1 Asociaţia microfaunistică a orizontului cu Nummulites perforatus-profil Vlaha ×16.

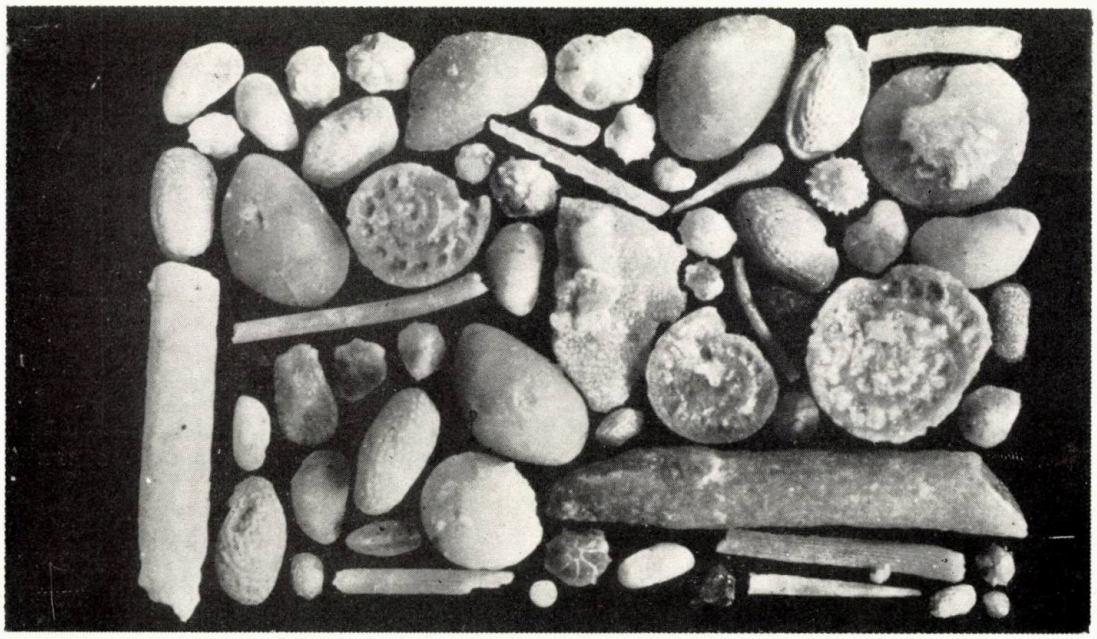


Fig. 2. Asociaţia microfaunistică a orizontului cu Nummulites perforatus — profil Luna de Sus × 16.

foratus" în : Parisian (A. Koch, 1894), seria marină inferioară (Gr. Răileanu şi Emilia Saulea, 1956), luteţian (N. Mészaroş, 1957), luteţianul superior (Niţa, Vlaicu Tătărîm, 1958, 1963), auversian (Gh. Bombiţă, 1968).

Asociaţia faunistică descrisă în lucrare atestă, prin corelare cu asociaţii similare din Bazinul Aquitaniei [3], Bazinul Parisului [2, 9] şi Bazinul Dorog (R. P. Ungară) [7] vîrsta luteţiană a orizontului de calcare cu *Nummulites perforatus* din împrejurimile Clujului.

BIBLIOGRAFIE

1. Bărbulescu, A. Studiul microfaunei din orizontul cu mulaje de la Iara — reg. Cluj, *Anal. Univ. Buc. Seria* St. Nat., **XVI**, 2: 73—103, 1—7, Bucureşti, 1967.
2. Bombiţă Gh. şi Moisescu, V. Données actuelles sur le nummulitique de Transilvanie. Colloque sur l'éocène. Paris, 1968, p. 693.
3. Cuvillier, J. şi Szakal, V. Foraminifères d' Aquitaine — *Soc. Nat. de Petrole d'Aquit.* 1—112, Toulouse, 1949.
4. Mészaros, N. Fauna de moluşte a depozitelor paleogene din nord-vestul Transilvaniei. Ed. Academiei R. P. R. Bucureşti 1957.
5. Răileanu, Gr. şi Saulea, E. Le Paléogene de la région de Cluj et de Jibou (N.W. du Bassin de Transilvanie) *An. Com. Geol.* XXIX-XXX (résumé), Bucureşti, 1960, p. 87.
6. Saulea, E. Geologie istorică. Ed. didactică şi pedagogică, Bucureşti, 1967.
7. Vitalis Zilahy, L. Zones provisoires de Foraminifères planctoniques dans la série éocène du Bassin de Dorog en Hongrie. Colloque sur l'éocène, 131—135, Paris, 1968
8. Vlaicu-Tătărîm, N. Stratigrafia eocenului din regiunea de la sud-vest Cluj. Ed. Academiei R.P.R. Bucureşti, 1963.
9. * * * Colloque sur l'Eocène. Editions B.R.G.M. : 1—738. Paris, 1968.

RECENZII

E.N. TIRATSOV. **STUDIU ASUPRA GAZELOR NATURALE.** Ed. ştiinţifică, Londra, 480 p. (Gas natural study)

Lucrarea „Studiu asupra gazelor naturale" elaborată de specialişti cu renume mondial, reprezintă o sinteză foarte cuprinzătoare a stadiului actual al acestei discipline, aşa cum rezultă din progresele realizate în ultimii ani.

Creşterea deosebită a consumului de petrol şi gaze din ultimele două decenii a determinat şi dezvoltarea cercetărilor geologice pentru descoperirea de noi zăcăminte de hidrocarburi. Lucrarea respectivă are ca obiectiv principal studiul bazinelor petrogazeifere ale globului terestru a căror cunoaştere prezintă o deosebită importanţă pentru prospectarea, explorarea şi exploatarea zăcămintelor.

Ea prezintă un deosebit interes pentru geologi, geofizicieni, ingineri de foraj şi extracţie şi pentru toţi specialiştii care lucrează în domeniul petrol, gaze şi geologie.

Cartea respectivă se împarte în două părţi şi cuprinde 16 capitole, numeroase tabele şi grafice foarte sugestive.

În primele trei capitole ale lucrării, după ce se face un scurt istoric al gazelor naturale, sînt dezvoltate pe larg următoarele probleme : bitumurile naturale, formarea zăcămintelor de hidrocarburi, diversele teorii asupra originii minerale şi organice a gazelor naturale şi clasificarea zăcămintelor.

Capitolul IV tratează despre acumularea, migrarea şi distribuţia gazelor pe glob.

În continuare în capitolele V — IX, autorul face o descriere a principalelor bazine gazeifere din punct de vedere tectonic şi stratigrafic ţinîndu-se seama şi de repartiţia lor geografică pe continente şi pe ţări. Datorită faptului că în ultimii ani activitatea de exploatare a hidrocarburilor s-a extins şi în zonele marine, în capitolul 11 autorul tratează pe larg principalele zone de explorare şi exploatare marină.

În capitolele 14 şi 15 autorul analizează trăsăturile generale ale dezvoltării lucrărilor de prospecţiune, explorare şi exploatare a zăcămintelor de petrol şi gaze de pe glob, în decursul ultimilor ani, şi tendinţele de dezvoltare ale acestor lucrări. Tot în aceste capitole se arată şi evoluţia producţiei de gaze pentru fiecare ţară producătoare de la începutul exploatării pînă în prezent. Ultimul capitol, al 16-lea, este rezervat în întregime problemelor economice în legătură cu gazele naturale pe plan mondial.

În concluzie se poate afirma că lucrarea lui E. N. Tiratsov dă o privire de ansamblu asupra întregului domeniu al gazelor naturale.

Lucrarea are ca scop să contribuie la îmbogăţirea cunoştinţelor numeroaselor cadre tehnice a căror activitate se desfăşoară în sectoarele petrol şi gaze şi în alte sectoare industriale înrudite.

Analizînd diferitele capitole se poate spune că lucrarea „Studiu asupra gazelor naturale" este o carte de înaltă valoare ştiinţifică şi de mare utilitate pentru cei ce doresc să se familiarizeze şi să aprofundeze aceste probleme.

Un criteriu de apreciere a rezultatelor tehnice ale operaţiilor de stimulare a afluxului prin tratamente chimice

Gr. Manolescu

I. Analiza hidrodinamică a procesului de acidizare

Posibilitatea sporirii producţiei sondelor prin acidizare a fost întrevăzută încă de la începuturile exploatării prin sonde. Primele încercări de aplicaţie datează din primele două decenii ale secolului. O dată cu punerea bazelor hidrodinamicii mediilor poroase aplicată la sonde de L e i b e n s o n [1] şi M u s k a t [2], a devenit larg cunoscut faptul că cea mai mare parte a căderii de presiune într-o curgere plan-radială către o sondă are loc numai în imediata apropiere a pereţilor acesteia.

De fapt această situaţie era principial cunoscută încă din lucrările lui D u p u i t [3]. Posibilitatea ca, prin tratamente ce ar fi suprimat sau redus masiv rezistenţele la curgere opuse de manşonul de rocă imediat învecinat sondei, să se sporească simţitor afluxul din întregul element de zăcămînt drenat de sondă, s-a impus relativ uşor, fără analize cantitative ale procesului, ceea ce de altfel în perioada primelor încercări industriale de acidizare, nu părea realizabil cu cunoştinţele acestei epoci.

Problema analizei cantitative a acestor procese a continuat să fie dacă nu ignorată, practic neglijată pînă relativ recent. Dificultăţile ce se opun unei analize corecte şi reprezentative a procesului sînt deosebit de importante şi de natură foarte diferite. Sumar ele s-ar putea achita ca derivînd din :

1. Dificultăţile majorităţii problemelor de curgere prin medii poroase naturale, prin natura lor neomogene, accentuate în cazul problemelor de intensificare de efectul important al neregularităţilor rocii din imediata apropiere a sondei şi de penuria generală de date informative asupra caracteristicilor rocii.

2. Dificultăţile considerabile de tratare analitică a problemelor de curgere polifazică în medii poroase cu geometrie cît de puţin complicată. Este bine cunoscută rezolvarea sub forma din 1942 a problemei dizlocuirii fazelor imiscibile în medii poroase cu gabarit unidimensional, B u c k l e y - L e v e r e t t [4].

Cu toată valoarea informativă a studiului acestui tip de curgere căruia în următorii circa 30 de ani nu i s-au adus decît perfecţionări de detaliu, extinderea lui la modelul imediat următor pe scara complexităţii geometrice, curgerea radial plană, a întîrziat peste 15 ani şi chiar soluţiile date de atunci nu au putut fi obţinute decît cu preţul unor simplificări suplimentare.

În aprecierea valorii de utilizare a acestor soluţii mai noi trebuie subliniat faptul că însăşi soluţia dată de B u c k l e y şi L e v e r e t t pentru curgerea unidimensională prezintă unele de-

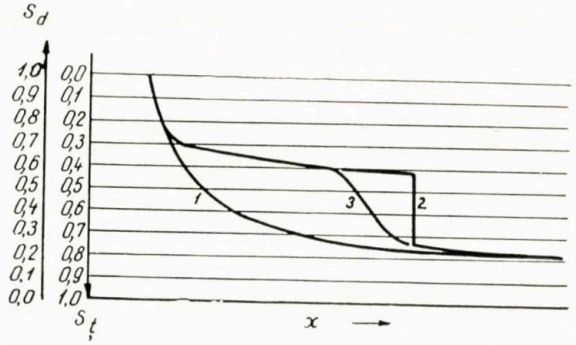


Fig. 1. Profilele distribuţiei saturaţiei de-a lungul parcursului unei dislocuiri unidimensionale :
1 – iniţială; *2* – tranzitorie, fără efecte de interfaţă; *3* – tranzitorie cu efecte de interfaţă.

talii neconcordante cu realitatea. Astfel, caracterul de curbă cu valori triple ale saturaţiei, chiar sub forma corectată empiric de autori şi analitic, pe baza teoriei undelor de şoc, de către B r i n k m a n [5], cu precizările lui W e l g e [6], sub forma unei curbe cu prag de saturaţie ca în figura 1, curba *2*, nu este reprezentativ pentru fenomen.

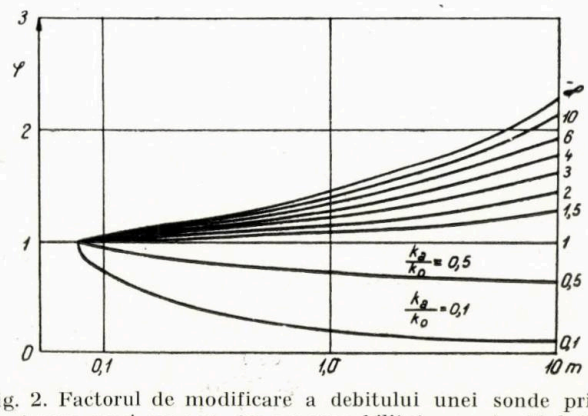


Fig. 2. Factorul de modificare a debitului unei sonde prin efectuarea unei zone r_a cu o permeabilitate constantă k_a(k_0 permeabilitatea zonei neafectate). Raza sondei r_s = 75 mm, raza conturului r_c = 300 m.

În realitate chiar în mediile poroase cele mai regulate şi izotrope, factorii ce generează „destrămarea" la scară microscopică a frontului deslocuirii fac ca acest prag vertical să nu existe şi să fie înlocuit de o porţiune de curbă

cu panta doar ceva mai mare decît a regimului de curbă ce o încadrează (fig. 2, curba *3*).

În afară de aceasta, interpretarea dată face abstracție totală de histereza curbelor de permeabilitate relativă [7] ca și de dependența acestora de viteza deslocuirii. Dacă în cazul curgerii liniare ipoteza unei viteze constante la debit constant ușurează rezolvarea analitică, transpunerea tacită a admisibilității acestei aproximații la curgerea radială (viteză variind hiporbolic cu raza, la debit constant) este din acest punct de vedere inadmisibilă.

Atît soluția inițială a lui Buckley și Leverett, cît și cele ulterioare, propuse atît pentru curgerea unidimensională, cît și pentru cea radială, se bazează pe ecuații de curgere de tip Darcy, neținînd seama de gradienții prag [8], ceea ce în curgerile cuprinzînd game largi de viteze, inclusiv viteze foarte mici, poate modifica cantitativ rezultatul.

3. Lipsa de informații asupra distribuției permeabilităților absolute în zona afectată de acidizare. În această situație, singurele tentative de a se estima modificarea de debit prin analiza unei curgeri radiale prin medii neomogene constau în :

a) tentativa, practic uniform acceptată în lucrările de specialitate apărute pînă azi, a admiterii ca în urma operației de acidizare s-ar obține într-un manșon cilindric de rocă cuprins între razele r_s (a sondei) și r_a (a extinderii zonei de acțiune a procesului de acidizare), o permeabilitate k_1 uniformă și bineînțeles mai mare decît k_0, permeabilitatea zonei neafectate.

În aceste condiții, făcînd abstracție de imperfecția sondei ca mod de deschidere (de altfel realizarea unei permeabilități simțitor mai mare în zona apropiată de perforaturi, în care acestea provoacă concentrările liniilor de curent, este de natură să reducă influența imperfecției ca mod, asupra debitului), se obține un coeficient de spor de debit, φ :

$$\varphi = \frac{\ln \frac{r_a}{r_s}}{\frac{1}{k_1}\ln\frac{r_a}{r_s} + \frac{1}{k_0}\ln\frac{r_c}{r_a}} \qquad (1)$$

Rezultatele aplicării acestei formule conduc, cel puțin calitativ corect, la concluzia că în afară de cazul probabil neeconomic al extinderii acțiunii acidizării asupra unui volum mare de rocă ($r_a >$ circa 3 m), sporurile de producție nu sînt deloc cele spectaculare pe care le-ar sugera raportul creșterii permeabilității, k_a/k_0 (fig. 2).

b) soluția indicată în [9], deși necalificată formal ca referindu-se la procesele de acidizare, constituie o soluție mai realistă, aceea a unei permeabilități variind cu continuitate, și anume scăzînd liniar cu raza r_m.

În această situație, și cu notațiile transformate pentru unitate cu restul lucrării de față, ea este :

$$\varphi = \frac{\left(\frac{r_c}{r_s} - \frac{k_c}{k_s}\right)\ln\frac{r_c}{r_s}}{\left(\frac{r_c}{r_s} - 1\right)\ln\left(\frac{r_c}{r_s}\frac{k_c}{k_s}\right)} \qquad (2)$$

Repartiția liniară cu raza a permeabilității constituie însă un caz particular, deosebit de ceea ce se întîlnește în zăcăminte. Într-adevăr, este foarte greu de admis că operația de acidizare ar putea influența permeabilitatea, de exemplu cu încă 50 % din efectul de lîngă sondă, în porțiunea de zăcămînt situată la jumătatea distanței pînă la contur. Formula este însă relativ interesantă pentru cazul examinat mai jos, cînd se admite o influență a tratamentului numai pînă la o rază r_a, după care permeabilitatea rămîne constantă, neafectată de tratament, k_0.

Pentru cazul tratat în [9] se obțin efectele (rapoarte de sporirea debitului) indicate în tabela 1.

TABELA 1

Coeficienții φ de sporire a debitelor prin acidizare cu acțiune liniară asupra permeabilității pînă la raza de control

$\frac{k_c}{k_s}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0
φ	∞+	1,211	1,120	1,068	1,028	1,00

+ Caz lipsit de interes practic (contur impermeabil) [9].

În această situație autorul și-a propus determinarea coeficientului de spor de debit φ ce s-ar putea obține printr-o acidizare cu efect *concentrat aproape integral în imediata vecinătate a sondei*, pe $r = 2 \ldots 5\ r_s$, așa cum se întîmplă efectiv, alegînd cîteva funcții de repartiție a permeabilității satisfăcînd condiția citată.

Prima ipoteză de repartiție care se oferă este aceea a unei repartiții hiperbolice a permeabilității cu raze (liniară în raport cu reciproca razei), și anume :

$$\frac{k_0}{k} = \frac{r}{r_0} \qquad (3)$$

Cu această repartiție se obține :

$$\varphi = \frac{\ln\frac{r_c}{r_s}}{1 - \frac{r_s}{r_c}} \qquad (4)$$

Această lege de repartiție a permeabilității constituie și ea un caz particular, a cărui pro-

babilitate de ocurență este însă, evident, mult mai mare decît cea a repartiției liniare a permeabilității.

Particularitatea care îi limitează aplicabilitatea este reliefată de condiția-limită :

$$\frac{k_c}{k_s} = \frac{r_s}{r_c} \tag{5}$$

ceea ce presupune că la suprafața peretelui sondei s-ar realiza întotdeauna sporuri de permeabilități de ordinul a $10^3..10^4$, fapt care, evident, nu se întîmplă întotdeauna.

Pentru a evita această limitare, s-a trecut la o repartiție hiperbolică a permeabilității în raport cu o putere subunitară θ a razei.

$$\frac{k_\theta}{k} = \left(\frac{r}{r_c}\right)^\theta \tag{6}$$

ceea ce conduce la :

$$\varphi = \frac{\ln\left(\frac{r_c}{r_s}\right)^\theta}{1 - \left(\frac{r_s}{r_c}\right)^\theta} \tag{7}$$

Aceasta permite ca prin impunerea de valori k_s/k_c cuprinse între 10^4 și 10^8 (fig. 3) să se acopere un domeniu mult mai larg de modificare a permeabilității, încadrînd cu siguranță valorile efective k_s/k_c.

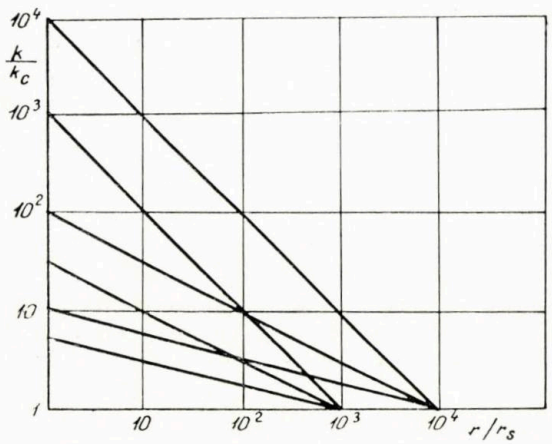


Fig. 3. Variația permeabilității după o lege hiperbolică de grad $\theta = 1$, 0,5 și 0,25 între r_s și r_c .

Figura 4 arată că în aceste condiții, pentru

$$r_c/r_s = 3 \cdot 10^2 \cdot 10^4$$

și valori $\theta = 1$, respectiv 0,5, respectiv 0,25, respectiv 0,1 respectiv 0,01, curbele φ indică sporuri de debite relativ moderate (între circa 1,02 și 9,2). În realitate condițiile întîlnite în zăcăminte conduc relativ rar la $\varphi > 2$, ceea ce poate părea o concluzie deosebit de pesimistă. Asupra veracității acestei concluzii se va mai reveni.

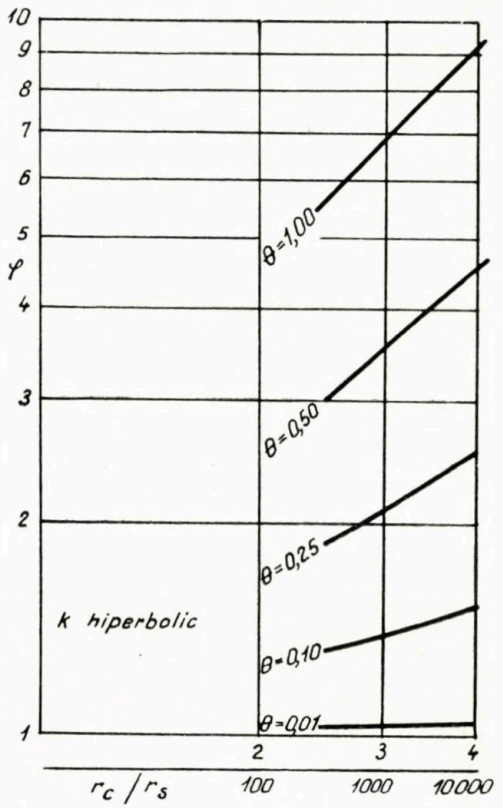


Fig. 4. Factorul de sporire a debitului unei sonde în jurul căreia permeabilitatea este sporită hiperbolic (de gradul θ) de la r_s la r_c.

O obiecție de principiu ce se poate aduce acestei forme de lege de repartiție a permeabilităților este aceea că și ea presupune o propagare a efectului de acidizare pînă la conturul de alimentare. În realitate este suficient să se analizeze cantitativ variația permeabilității cu raza, pentru a se vedea că efectul creșterii permeabilității este sensibil numai în imediata apropiere a sondei, de exemplu, între $r_s < r < 10\ r_s$, fiind neglijabil peste, $10\ r_s < r < r_c = 10^3 - 10^4\ r_s$.

În dorința eliminării posibilității acestei obiecții de principiu s-au calculat coeficienții φ de spor al producției pentru cazul cînd domeniul de acțiune al acidizării ar fi mult mai mic, și anume între raza sondei r_s și o rază r_a a zonei afectate, de ordinul 1—10 m. Nu trebuie să se confunde această rază cu raza de acțiune intensă a acidizării, adică aproximativ raza r_1 din cazul *a*, ecuația (1), deoarece s-ar putea ajunge la concluzia unui cost prohibitiv al operației. În realitate, r_a este distanța la care ordonata curbei de repartiție a permeabilității atinge valoarea permeabilității zonei neafectate, fiind

însă cu mult înainte apropiată de aceasta (a se vedea noţiunea de permeabilitate echivalentă k_a).

În aceste condiţii, s-a obţinut :

$$\varphi = \frac{\ln \frac{r_e}{r_s}}{\int_{r_s}^{r_a} \frac{k_0}{k} \frac{dr}{r} + \int_{r_a}^{r_a} \frac{k_0}{k_0} \frac{dr}{r}} \tag{8}$$

ceea ce cu o repartiţie pseudohiperbolică ($\theta \leqslant 1$) a permeabilităţii în zona de acţiune a acidizării :

$$\frac{k_0}{k} = \left(\frac{r}{r_a}\right)^{\theta} \tag{9}$$

conduce la :

$$\varphi = \frac{\ln\left[\left(\frac{r_e}{r_s}\right)^{\theta}\right]}{1 - \left(\frac{r_s}{r_a}\right)^{\theta} + \ln\left[\left(\frac{r_e}{r_a}\right)^{\theta}\right]} \tag{10}$$

Prin aplicarea acestei relaţii s-au estimat coeficienţii de spor de debit φ din figura 5 pentru următoarele game de condiţii

$$\begin{gathered} 10^3 < r_e/r_s < 10^4 \\ 0{,}8 < \theta < 3 \\ 5 < r_a/r_s < 50 \end{gathered} \tag{11}$$

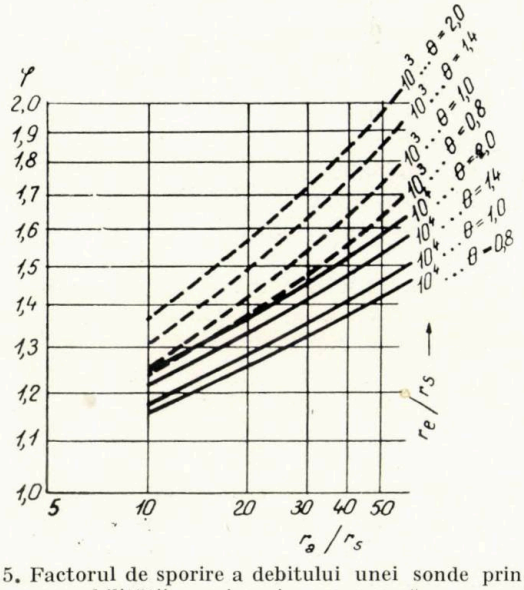


Fig. 5. Factorul de sporire a debitului unei sonde prin afectarea permeabilităţii zonei vecine pe o rază r_a cu o distribuţie hiperbolică de grad θ a permeabilităţii.

care, între altele, conduc, cu unele aproximaţii de extremităţi ale intervalului, la :

$$6 < k_s/k_0 < 27\,000 \tag{12}$$

$$2{,}5 < k_e/k_s < 10{,}2 \tag{13}$$

unde k_e este permeabilitatea, presupusă constantă, pe care ar trebui să o prezinte roca pe raza r_a pentru a da acelaşi φ, în concordanţă cu relaţia (1).

Valorile k_s/k_0 de ordinul a 27 000 indicate în (12) nu trebuie considerate o nerealitate. O analiză sumară a influenţării permeabilităţii absolute de către o creştere de z ori a razei hidraulice a canalelor unui mediu poros de tip Kozeny, a cărui permeabilitate k este :

$$k \simeq \frac{m}{\tau^2} \frac{r_h^2}{2} \tag{14}$$

arată că permeabilitatea creşte în raportul z^2 cînd r_h creşte de z ori şi, în afară de aceasta, încă în raportul z^2 din cauza creşterii porozităţii m în raportul z^2; adică permeabilitatea creşte în raportul :

$$\frac{k_z}{k} \simeq z^4$$

ceea ce pentru o înzecire a razei hidraulice a canalelor ar duce la o creştere a permeabilităţii în raportul $z^2 = 10^4$.

O atare creştere, strict limitată la intervalul $r_s \ldots (r_s + \mathrm{dr})$ *nu este deloc nerealistă* dacă se au în vedere :

a) acţiunea acidului proaspăt, neepuizat, asupra feţei de intrare;

b) faptul că la o rocă cu canale de dimensiuni neuniforme, aproape numai canalele mari contribuie efectiv la capacitatea de curgere şi aceasta într-o măsură cu atît mai mare, cu cît distribuţia pe dimensiuni a diametrelor canalelor este mai îndepărtată de cea uniformă;

c) o asemenea creştere pe intervalul $r_s \ldots (r_s + dr)$ se atenuează foarte rapid cu creşterea lui r de la r_s către r_a, ceea ce reiese şi din (13).

II. Comparaţia rezultatelor analizei hidrodinamice cu comportarea în exploatare

Rezultatele analizei hidrodinamice din prima parte sînt de natură cel puţin descurajatoare; în limitele de rază de acţiune economic acceptabilă, efectele de sporire a producţiei sînt doar de ordinul de mărime al cîtorva zeci de procente. Dacă aceste sporuri s-ar menţine este evident faptul că rentabilitatea operaţiilor nu este compromisă, rămînînd o problemă de calcul economic de rutină, a cărei soluţie se şi întrevede : în cazul unor sporuri mici de debit, recuperarea investiţiei în operaţie va necesita un timp relativ îndelungat. Dacă în acest timp productivitatea sondei persistă (sonda nu este scoasă din producţie), operaţia este sigur rentabilă. Comportarea în practică a sondelor supuse tratamentelor pare să conducă însă la cu totul alte concluzii.

Prima nepotrivire constă în aceea că tratamentele (şi anume cele *obişnuite considerate* ca reuşite) produc sporuri de debit în general mai mari decît cele estimate în prima parte, nu rareori chiar spectaculoase, de ordinul a 1 000 —2 000 %.

A doua nepotrivire constă în aceea că aceste mari sporuri de productivitate nu se conservă, ci „dispar" în aparenţă complet după cîteva luni, după care curba debit-timp a sondei reintră mai mult sau mai puţin în curba extrapolată după cea anterioară tratamentului (fig. 6).

Repetarea tratamentului de acidizare conduce la sporuri mult mai mici de debit (în comparaţie cu primul tratament), a căror persistenţă în timp este şi ea mai redusă. Din această cauză repetarea tratamentelor este considerată adesea ca nejustificată. În practică nu se efectuează cea de-a treia tratare decît în cazuri particulare, cu alte obiective, dizolvarea depunerilor de carbonaţi din bicarbonaţii aduşi în sondă şi în zona vecină acesteia de apele extrase împreună cu hidrocarburile.

În cele ce urmează se va încerca explicarea celor două nepotriviri menţionate.

În privinţa primei, a sporurilor de debit, explicaţia cuprinde două efecte distincte. Primul este existenţa blocajelor. Analiza din partea I-a a lucrării, refăcută pentru situaţia inversă, cu permeabilitatea din jurul găurii de sondă k mai mică decît k_0, permeabilitatea zonei neafectate, conduce la coeficienţi φ, de această dată de reducere a debitului, subunitari. Cum reducerea permeabilităţii nu este limitată, putîndu-se ajunge curent la valori k_0/k_s ce tind către infinit, reducerile corespunzătoare de debit pot fi foarte mari, de ordinul 10^{-1}—10^{-3} etc.

Dacă se admite că fenomenele ce provoacă blocarea se atenuează cu distanţa de la axul sondei, după o lege de distribuţie a permeabilităţilor:

$$k = \left(\frac{r}{r_a}\right)^{\theta} k_0 \qquad (16)$$

pînă la o rază r_a de acţiune a efectului de blocare, astfel încît la $r = r_a$, k devine k_0, rămînînd constant de aici şi pînă la r_c, repetînd calculele ce au condus la ecuaţia (10), se găseşte:

$$\varphi = \frac{\ln \frac{r_c}{r_s}}{\frac{1}{\theta}\left[\left(\frac{r_a}{r_s}\right)^{\theta} - 1\right] + \ln \frac{r_c}{r_a}} \qquad (17)$$

pentru care s-a construit diagrama corespunzătoare.

Chiar dacă operaţia de acidizare nu restabileşte permeabilitatea zonei vecine, k_s la valoarea k_0 a zonei neafectate, se pot obţine sporuri spectaculoase de producţie. Această explicaţie şi-a făcut apariţia cel puţin semicantitativ în literatură, sub influenţa comportării reale a sondelor.

Criticile cantitative ce se pot aduce acestei interpretări, ce rezultă clar din partea I-a lucrării, derivă din inexistenţa manşonului de permeabilitate constantă şi se traduc prin utilizarea în calcule a valorilor φ ce rezultă din (17).

După cum se vede, existenţa blocajului şi suprimarea lui prin acidizare justifică atît existenţa de sporuri mari de producţie, comparabile cu cele efectiv obţinute, cît şi (de fapt numai în parte, dar acest lucru nu reiese explicit) ineficienţa relativă a tratamentelor ulterioare primului.

Ceea ce însă nu explică existenţa blocajului este „pierderea" relativ rapidă a efectului acidizării.

Din această cauză am fost conduşi în introducerea ipotezei unei alte explicaţii a sporurilor de producţie efective, mai mari decît valorile calculate.

Pe cînd în interpretarea clasică se postulează că sporul de producţie s-ar obţine exclusiv prin sporirea permeabilităţii zonei vecine sondei şi, corespunzător, a indicelui de productivitate al sondei, noi afirmăm că o parte din surplusul de producţie obţinut în urma tratamentului provine din „mobilizarea" ţiţeiului (altfel remanent) prins în microcapcanele reţelei de canale ale rocii din zona afectată de acidizare.

În aceste condiţii trebuie admis că sporul de producţie prin acidizare este consecinţa a două efecte distincte:

1. **Mărirea permeabilităţii** zonei vecine a sondei.

În cazul cînd permeabilitatea acestei zone este redusă prin blocare, sporurile φ sînt spectaculare.

În cazul în care blocajul este neglijabil, dar permeabilitatea zonei neafectate, k_0 este foarte mică, se obţin încă rezultate perceptibile.

Dacă blocajul este neglijabil, iar permeabilitatea zonei neafectate este mijlocie sau mare, efectele acidizării asupra debitului, pe această cale, sînt imperceptibile.

2. **Distrugerea parţială a microcapcanelor** din zona afectată de tratament, avînd drept consecinţă eliberarea unei cantităţi de ţiţei de ordinul a 5—30% din volumul de pori al acestei zone. Această cantitate este eliberată practic o singură dată, la primul tratament. La rocile cu mare conţinut de carbonaţi, la care chiar în zona tratată rămîn cantităţi apreciabile de carbonaţi nedizolvaţi, acest efect este practic suprimat la tratamentele ulterioare, la care acidul se consumă înainte de a atinge zona de strat ce mai conţine încă microcapcane.

Acest al doilea efect prezintă o valoare cu atît mai mare, cu cît reţeaua de canale a rocii prezintă caracteristici favorizante faţă de el, tortuozitate mai mare, grad de intercomuni-

ație (conform definiției lui Fatt) mai mic și grad de accesibilitate mai mic (conform definiției lui Manolescu).

Estimarea efectului nu poate fi făcută deocamdată decît aproximativ, prin analize adecvate

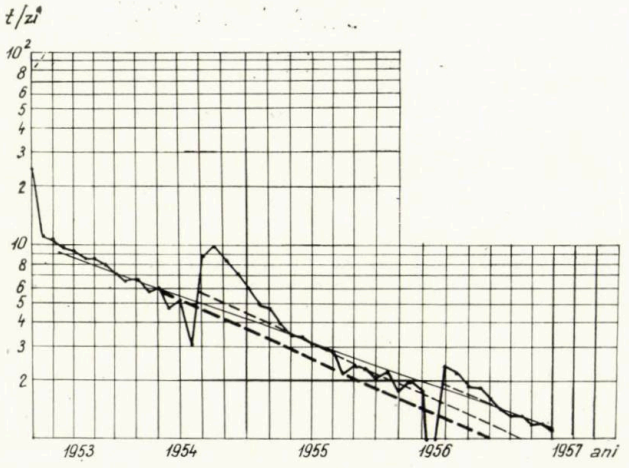


Fig. 6. Curba de declin la o sondă la care s-au efectuat acidizări.

ale carotelor și, indirect, prin analiza curbelor de declin. Există în principiu posibilitatea de a se adapta tratamentul de acidizare astfel, încît acidul să se cheltuiască pe cît posibil numai pentru efectul (2), îndeosebi în situațiile în care primul este relativ ineficace (conținut mare de carbonați, permeabilitate inițială mare etc.), prin modificarea compoziției soluțiilor de tratare.

Pentru a se pune la dispoziție un mijloc mai simplu și accesibil de verificare a existenței efectului (2), de estimare mai puțin subiectivă a efectelor economice ale tratamentelor și, îndeosebi pentru verificarea dacă tratamentele respective au efecte, s-a reluat în figura 6 analiza curbei de declin la o sondă la care s-au aplicat trei tratamente. Sonda a fost aleasă astfel, încît să prezinte minimum de efecte perturbatoare (modificări de procedeu mai puțin tehnologic, invazie de apă sau gaze, accidente etc.).

Chiar și în asemenea condiții interpretarea rezultatelor prezintă unele dificultăți de apreciere prin necesitatea unei contribuții parțial subiective a autorului estimării (*a* — trasarea curbei medii de declin pentru activitatea trecută a sondei și *b* — trasarea curbei extrapolare).

În ignorarea efectului (2) literatura clasică interpretează aceste curbe aproximativ în modul figurat cu linie continuă subțire în concepția că după o scurtă perioadă de producție sporită, debitul sondei reintră pe vechea curbă. Interpretarea corectă, figurată prin linii punctate arată că sporul de productivitate persistă. Dacă noua curbă rămîne paralelă cu vechea sau, după un interval mai larg de timp o atinge, (situație principial posibilă, deși prima este cea care se prezintă logic—conservarea cotei de spor de debit datorită sporirii permeabilității) aceasta este o problemă pentru moment mai dificil de tranșat. O analiză mai completă a carotelor este și în acest caz utilă. În orice caz va rămîne la dispoziție aprecierea după curbele de producție efectivă, a posteriori.

În direcția simplificării modului de apreciere a efectelor, este de observat faptul că procedura clasică folosită (reprezentarea semilogaritmică a curbelor de producție, pentru aprecierea curbelor de declin, urmată de extrapolare prin calcul, deoarece evaluarea ariilor prin planimetrare este neconcludentă, în reprezentare semilogaritmică, elementul de arie nu mai este (dq. dt) cu dimensiunea tone, ci (dlogq · dt) cu alte dimensiuni) este greoaie și mai nesigură prin reportarea aprecierilor subiective.

Din această cauză se propune, exclusiv în acest scop, revenirea la procedeul de estimare a producției viitoare prin curba „debit în funcție de producția cumulativă", cunoscut cu circa 30—40 de ani în urmă și aplicat de obicei numai în lipsa hîrtiei semilogaritmice, de aplicație limitată, între altele și din cauză că nu dă direct informații asupra duratelor de exploatare, ci numai asupra producției cumulative și variațiilor ei.

Un avantaj deosebit de atrăgător este acela că producția cumulată viitoare, precum și variațiile ei datorate, de exemplu tratamentelor, apar ca lungimi de segmente și nu ca arii, mult mai ușor de măsurat, ba chiar de apreciat cu ochiul liber (fig. 7).

În concluzie trebuie reținut următoarele:

1. Sporurile de producție importante și de durată se datoresc distrugerii blocării, iar aceasta este încă prezentă mult mai frecvent decît

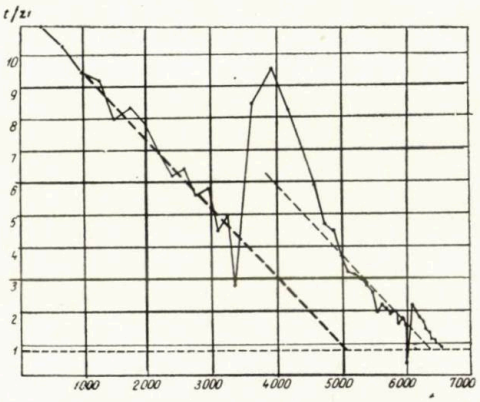


Fig. 7. Curba de comportare a unei sonde cu alură relativ regulată la care s-au efectuat trei acidizări consecutive.

se consideră de obicei. Aceasta explică și în parte justifică tendința din ce în ce mai răspîndită de a se practica tratări cu acid fie numai ale puțului („băi"), fie și ale stratului (acidizării propriu-zise) aproape din oficiu, înainte de

punerea în producție. Deși justificată și prin considerentul, după cunoștințele noastre neapreciat pînă azi, că în decursul operațiilor de punere în producție și evident în cazul celor de durată, mai puțin reușite, *procesul de blocare continuă*, această practică nu trebuie să constituie un argument în favoarea neglijării analizelor corespunzătoare ale carotelor pentru investigarea tuturor posibilităților de ameliorare a punerii în producție, care prezintă și astăzi importante imperfecții.

2. Sporurile de producție spectaculoase după care sonda mai curînd sau mai tîrziu „reintră în normal" se datoresc țițeiului din microcapcanele rocii, eliberat prin tratament.

3. Aprecierile economice ale efectelor acidizării așa cum se practică curent prezintă eroarea sistematică a ignorării efectului (2), iar consecința este că sporuri de producție cumulativă, importante însă greu sesizabile din cauza eșalonării în timp, sînt ignorate, iar tratamentele care le-ar putea produce sînt etichetate greșit ca nerentabile, ceea ce conduce în final la pierderi însemnate, la un factor redus de extracție, la utilizarea incompletă a rezervelor.

Propuneri pentru sporirea gradului de utilizare a rezervelor

1. Să se introducă recoltarea de carote din stratul productiv de la toate sondele la care se prevăd tratamente chimice. Economia de carote nu își poate justifica acest nume decît numai în cazurile particulare, cînd carotele extrase dintr-un număr suficient de sonde (în raport cu dimensiunile zăcămîntului) indică o uniformitate suficientă. Ea trebuie să constituie excepția și nu regula.

2. Să se analizeze aceste carote din toate punctele de vedere susceptibile de a permite o proiectare mai fundamentată a operațiilor de tratare chimică.

3. Să se proiecteze strict individualizat și nu după șablon, fiecare operație de tratare chimică, pe baza acestor informații.

4. La analiza economică să se țină seama și de efectul rezidual al operațiilor (notat în lucrare cu 2), ceea ce va permite aplicarea economică a unor tratamente furnizînd cantități de țiței astăzi părăsite.

BIBLIOGRAFIE

1. Leibenzon, L. S. Mehanika nafteprom̂slov T. Nefte prom̂slovaia mehanika gosenergoizdat, Moskva, 1934.
1′ Leibenzon, L. S. Sobranie trudov **II**. Podzemnaia ghidravlika Izd. Ak. Nauk SSSR. Moskva, 1934.
2. Muskat, M. The flow of homogenous fluids through porous media. Mc. Graw Hill New York, 1937.
3. Dupuit, A. I. Études théoriques et pratiques sur les mouvemens des eaux. Paris, 1863.
4. Buckley, S.E. și Levereott, M.C. Mechanism of fluid displacement in sands. In : Trans. AIME, **146**, 1942, p. 107.
5. Brinkman, W. C. Applied Sci. Res. A.1. 1948, 333— după A. E. Scheidegger Physics of flow through poious media.
6. Welge, H. G. Simplified method for computing oil recoveries by gas — or water-drive. In : Trans. AIME, **195**, 1952, p. 91—98.
7. Manolescu, G. și Soare, O. E. În: Revue de géologie et de géographie de l'Academia R.S.R., **6**, nr. 2, 1962, p. 319 și Studii și Cercetări de geologie, Academia R.S.R., **6**, nr. 3, 1961, p. 619.
8. Manolescu, G. Contribuții la cunoașterea efectelor interfețelor asupra curgerii polifazice în medii poroase. În : St. Cerc. Mec. Apl. Academia R.S.R. **27**, nr. **6**, 1968 p. 1 145.
9. Oroveanu, Th. Scurgerea fluidelor prin medii poroase neomogene. Ed. Academiei R.P.R., București, 1963.

Asupra calculelor de declin

Al. Vernescu

Una dintre metodele cele mai vechi şi cu cele mai largi utilizări de prevedere a evoluţiei producţiei de ţiţei din sonde şi grupe de sonde exploatînd zăcăminte petrolifere este aşa numita metodă a declinului de producţie.

La zăcămintele avînd un istoric al exploatării, aplicarea metodei declinului de producţie se face în două etape:

1. Stabilirea ecuaţiei empirice, corespunzătoare curbei teoretice, care exprimă de maniera cea mai satisfăcătoare, evoluţia în timp a debitelor de ţiţei, scăzătoare, în decursul exploatării anterior realizate. În această primă etapă, recurgînd la metodele statisticii matematice, se prelucrează datele de producţie realizată, pentru a se cala, a se potrivi pe tendinţa de evoluţie a debitelor obţinute o curbă teoretică.

2. Calcularea evoluţiei producţiei de ţiţei în viitor, în ipoteza că parametrii caracteristici ai ecuaţiei empirice stabilite în etapa de calcul anterioară se vor menţine pe durata de timp pentru care se face prevederea de producţie. În această a doua etapă de calcul se extrapolează deci tendinţa teoretică a evoluţiei debitelor de ţiţei, tendinţă exprimată prin ecuaţia empirică stabilită în etapa precedentă.

Prevederile efectuate prin metoda declinului (în esenţă, metodă de calare şi extrapolare) sînt afectate de erorile făcute atît la măsurarea producţiei, cît şi la prelucrarea statistică a datelor de producţie. Gradul de confienţă în rezultatele calculelor de predevere depinde şi de lungimea intervalului de timp pentru care se execută prognoza, în raport cu lungimea intervalului de timp luată în considerare la stabilirea ecuaţiei empirice; în acest sens, este necesar să se ţină seama de aspectul menţionat la calcularea rezervelor de bilanţ.

1. Declinul producţiei de ţiţei

Fie o curbă continuă, reprezentînd evoluţia variabilei dependente Q, în funcţie de variabila independentă θ.

În oricare punct al unei asemenea dependenţe, $Q = f(\theta)$, se poate calcula declinul D_t al variabile Q, definit ca:

$$D_t = -\frac{dQ/d\theta}{Q} \qquad (1)$$

Interpretată geometric, noţiunea de declin astfel definită reprezintă deci raportul dintre valorile tangentei la curba $Q = f(\theta)$ într-un punct şi ordonata punctului respectiv. Faţă de semnul afectat părţii drepte a ecuaţiei (1), declinul este pozitiv, dacă Q descreşte cu creşterea lui Q, sau negativ, dacă Q creşte cu creşterea lui θ.

Dacă se trece la diferenţe finite, atunci în intervalul delimitat de numerele de ordine $j-1$ şi j, afectate punctelor de calcul, variabilelor Q, se poate calcula declinul D.

$$D = -\frac{Q_j - Q_{j-1}}{Q_{j-1}} \qquad (2)$$

Prin convenţie, s-a admis că, variaţia lui Q este raportată la valoarea acestei variabile la începutul intervalului, pentru care se calculează declinul. Variabila Q este dată la intervale echidistante, de lungime U, ale variabilei θ. La rîndul său, „pasul" U, se exprimă în unităţi de măsură convenabile.

Dacă variabila dependentă este debitul de ţiţei, iar variabila independentă este timpul, atunci se va putea calcula declinul debitului în funcţie de timp.

Din analiza efectuată asupra unui număr mare de zăcăminte petrolifere exploatate, s-a constatat că, în foarte numeroase cazuri, declinul debitului în funcţie de timp poate fi exprimat printr-o ecuaţie empirică de forma [2, 3, 5].

$$D = (a_0 + c\,\theta)^{-1}, \qquad (3)$$

ecuaţia declinului de tip hiperbolic *). Folosirea acestei forme a ecuaţiei curbei de declin a condus la potriviri satisfăcătoare din punct de vedere ingineresc între tendinţele descrise de atari ecuaţii şi cele obţinute prin reprezentarea în funcţie de timp a debitelor realizate.

Analiza amintită a arătat că valorile parametrului caracteristic c au fost cuprinse între zero şi unitate. În aceste cazuri limită, particulare, declinul a fost denumit constant sau exponenţial.

$$D = \frac{1}{a_0} \qquad (4)$$

* În literatura de specialitate s-au propus şi alte tipuri de declin [2].

și, respectiv, armonic

$$D = \frac{1}{a_0 + \theta}. \qquad (5)$$

În cazul declinului constant, valoarea raportului „debit : variația debitului" este :

$$-a_i = \frac{Q_{j-1}}{Q_j - Q_{j-1}}; \qquad (6)$$

deci valoarea inversă a declinului este egală cu o constantă, a_0, pentru oricare interval de calcul de lungime $U = 1$.

În cazul în care parametrul c este diferit de zero, valoarea lui a_i crește o dată cu creșterea lui θ. Valoarea lui c este :

$$c = \frac{d\left(\frac{1}{D}\right)}{d\,\theta} = -\frac{d\left(\frac{Q}{dQ/d\theta}\right)}{d\,\theta}, \qquad (7)$$

respectiv în diferențe finite, pentru un interval de calcul de lungime $U = 1$.

$$c = \frac{Q_{j-1}}{Q_j - Q_{j-1}} - \frac{Q_j}{Q_{j+1} - Q_j} \qquad (8)$$

este o constantă caracteristică cazului analizat. Valoarea lui c nu depinde de lungimea U, a intervalului de calcul. Valoarea acestui parametru caracteristic al ecuației curbei de declin nu depinde nici de unitățile de măsură ale variabilei independente. Valoarea lui a_0 însă depinde atît de lungimile U alese, cît și de unitățile de măsură ale acestora.

În literatura de specialitate au fost propuse o serie de procedee analitice pentru determinarea valorilor parametrilor caracteristici ai curbei de declin, corespunzătoare unui caz dat.

Procedeului recomandat în lucrările [3,5] se poate aduce obiecțiunea că adoptarea unei valori a parametrului c egală cu media aritmetică a valorilor obținute la fiecare dintre intervalele de calcul nu poate fi justificată matematic. În ceea ce privește procedeul propus în lucrarea [4], deși fundamentat sub aspect matematic, acesta este destul de laborios, chiar dacă se folosesc calculatoare electronice.

Au fost recomandate și metode grafice [3,6], cu aplicabilitate mai mult sau mai puțin justificabilă.

Cu rezultate bune, se poate folosi procedeul grafoanalitic propus în lucrarea [7].

2. Procedeu de determinare a parametrilor caracteristici ai curbei de declin de tip hiperbolic

Față de relațiile (8) și (6), rezultă :

$$c = a_i - a_{i+1} \qquad (8\ a)$$

Reprezentînd succesiunea de valori a_i în funcție de numărul de ordine i al intervalului de lungime U, unitate de măsură a variabilei independente, se obține o dreaptă. Ecuația acestei drepte (a se vedea și ecuația (3)

$$a_i = a_0 + c\,\theta_i \qquad (9)$$

se caracterizează prin panta c și ordonata la origine a_0. Dacă se notează cu i numărul de ordine al intervalului de calcul, atunci θ reprezintă produsul dintre i și U.

Dreapta (9) este paralelă cu axa absciselor, în cazul declinului constant și formează un unghi de 45 °, în cazul declinului armonic.

Legătura dintre două debite succesive va fi deci :

$$Q_j = Q_{j-1}\frac{a_i - 1}{a_i}. \qquad (10)$$

Acești parametri caracteristici se pot determina folosind metoda celor mai mici pătrate :

$$c = \frac{n\,\Sigma\,(a_i\,\theta_i) - \Sigma\,(\theta_i)\,\Sigma\,(a_i)}{n\,\Sigma[(\theta_i)^2] - [\Sigma(\theta_i)]^2}, \qquad (11)$$

$$a_0 = \frac{\Sigma\,[(Q_i)^2]\,\Sigma\,(a_i) - \Sigma\,(\theta_i)\,\Sigma\,(a_i\,\theta_i)}{n\,\Sigma\,[(\theta_i)^2] - [\Sigma\,(\theta_i)]^2}. \qquad (12)$$

În acest mod se elimină o parte din neajunsurile procedeelor amintite în capitolul anterior. Calculele sînt foarte ușor de executat și de programat pentru computere. Dacă evoluția în timp a debitelor de țiței este ținută cu ajutorul calculatoarelor electronice [8], atunci „fluxul", care începe cu trimiterea datelor de producție primare și a codurilor geologice de către beneficiar la Centrul de calcul, se poate prelungi și cu prevederile de producție după metoda declinului. În acest fel, beneficiarii (unitățile operative, direct productive, unitățile organizatorice mari, institutele de cercetări și proiectări) dispun de un sistem informațional unitar și suficient de complet, pentru a putea lua decizii în mod operativ și cu competență mărită.

3. Exemple numerice

Cazul I. În tabela 1 este prezentată atît succesiunea debitelor de țiței lunare, medii semestriale, obținute dintr-o sondă, cît și calculele efectuate.

Ecuația dreptei (9) este

$$\frac{Q_{j-1}}{Q_{j-1} - Q_j} = 4{,}38 + 0{,}175\ \theta_i,$$

TABELA 1

Număr de ordine: punct de calcul, j	Număr de ordine: interval de calcul, i	An, semestru	Debit, t/lună, Q_j		$a_i = \frac{Q_{j-1}}{\Delta^j_{j-1} Q}$	ia_i
0	—	1950, II.	1 010	—	—	—
1	1	1951, I	788	1	4,55	4,55
2	2	II	622	4	4,74	9,48
3	3	1952. I	496	9	4,94	14,82
4	4	II	399	16	5,11	20,44
5	5	1953 I	323	25	5,25	26,25
6	6	II	263	36	5,38	32,28
7	7	1954 I	216	49	5,59	39,13
8	8	II	179	64	5,84	46,72
Σ	36			204	41,40	193,67

$$a_0 = \frac{204 \times 41,4 - 36 \times 193,67}{8 \times 204 - 1296} = 4,38$$

$$c = \frac{8 \times 193,67 - 36 \times 41,40}{336} = 0,175$$

astfel că între două debite succesive există relația:

$$Q_j = Q_{j-1} \frac{(4,38 + 0,175\,\theta_i) - 1}{4,38 + 0,175\,\theta_i}.$$

În acest exemplu unitatea de măsură a pasului, a intervalului de timp, este un semestru. De aceea $i = \theta_i$. Parametrii calculați corespund declinului semestrial al debitului mediu lunar.

Cazul II. În tabela 2 sînt prezentate datele de bază și rezultatele calculelor de determinare a parametrilor a_0 și c pentru cazul producției realizate dintr-un grup de sonde.

TABELA 2

Număr de ordine: punct de calcul, Q_i	Număr de ordine: interval de calcul, i	An, lună	Debit t/lună, Q_j	$(\theta_i)^2$	$a_i = 3 \frac{Q_{j-1}}{\Delta^j_{j-1} Q}$	$\theta_i\, a_i$
0	—	1955,01	5 640			
3	1	04	3 136	9	6,75	20,25
6	2	07	1 940	36	7,86	47,16
9	3	10	1 327	84	9,48	85,32
12	4	1956,01	955	144	10,70	128,40
15	5	04	726	225	12,51	187,65
18	6	07	570	324	13,96	251,28
21	7	10	460	441	15,54	326,34
24	8	1957,01	381	576	17,46	419,04
27	9	04	322	729	19,37	522,99
30	10	07	273	900	19,71	591,30
33	11	10	235	1 089	21,55	711,15
36	12	1958,01	205	1 296	23,50	846,90
39	13	04	180	1 521	25,01	975,39
42	14	07	160	1 764	26,52	1113,84
45	15	10	143	2 025	28,03	1261,35
48	16	1959,01	129	2 304	29,55	1418,40
Σ 408				13 464	287,50	8906,76

$$a_0 = \frac{13464 \times 287,50 - 408 \times 8906,76}{16 \times 13464 - 166464} = 4,84$$

$$c = \frac{16 \times 8906{\cdot}76 - 408 \times 287,50}{48960} = 0,515$$

Între două debite succesive există deci relația:

$$Q_j = Q_{j-1} \frac{(4,84 + 0,515\,Q_i) - 1}{4,84 + 0,515\,\theta_i}.$$

Unitatea de măsură a „pasului" debitelor lunare folosite în calcule este de trei luni. În consecință, $\theta_i = 3_i$. Parametrii calculați corespund declinului lunar. Dacă debitele ar fi fost exprimate ca medie zilnică lunară, atunci s-ar fi obținut valorile corespunzătoare declinului lunar al acestui debit.

În figura 1 sînt reprezentate atît debitele, cît și valorile a_i calculate.

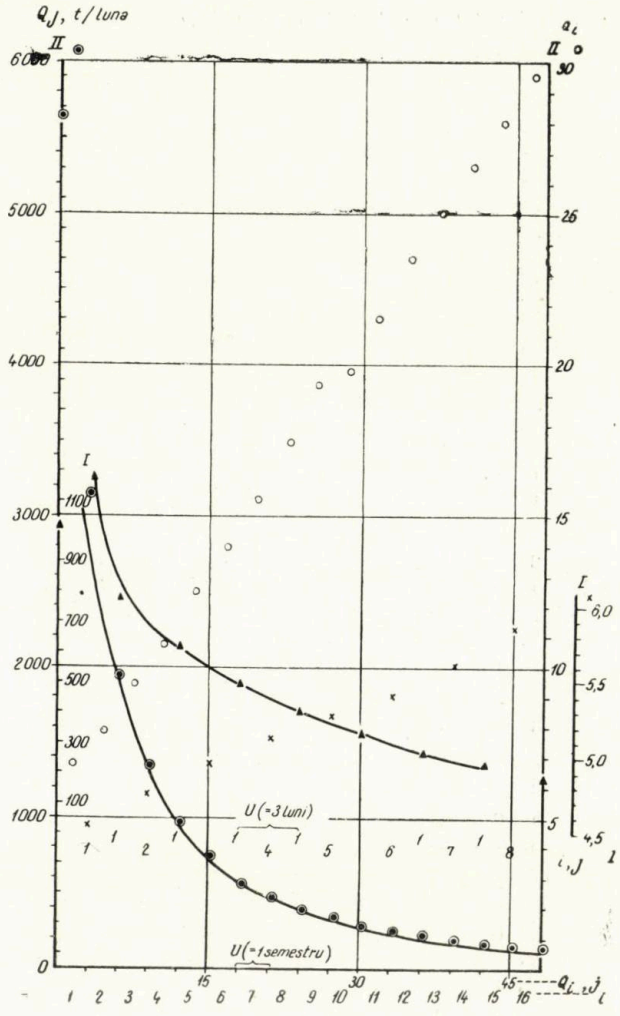


Fig. 1

4. Cîteva discuții privind calculele de declin

Declinul debitului de țiței al unei sonde, al unui grup de sonde, acesta din urmă putînd fi format din toate sondele gabaritului de exploatare, apare atît ca urmare a unor factori depinzînd de zăcămîntul exploatat, cît și ca urmare a unor factori depinzînd de condițiile în care operatorul dirijează procesul de exploatare.

Factori din prima categorie, caracteristici pentru fiecare zăcămînt, pentru diferite zone

ale volumului corespunzător suprafeței petrolifere a acestuia, sînt următorii :

1. Scăderea permeabilității relative pentru țiței odată cu scăderea saturației în țiței, pe seama creșterii saturației în apă la zăcăminte din care țițeiul este dislocuit de apă.

2. Scăderea permeabilității relative pentru țiței o dată cu scăderea saturației în țiței, pe seama creșterii saturației în gaze la zăcămintele din care țițeiul este dislocuit de gaze (regim de gaze dizolvate, regim de împingere de către gazele din capul de gaze).

3. Neuniformitatea rocii magazin saturate cu fluide ca și neuniformitatea proprietăților țițeiului cu gaze în soluție.

4. Creșterea viscozității țițeiului în condiții de zăcămînt (pe măsura scăderii presiunii de fund sub valoarea presiunii de saturație) într-o măsură sensibil mai mare decît scade factorul de volum al țițeiului.

Printre factorii din a doua categorie se citează :

5. Regimul tehnologic corespunzător sistemului de extracție a fluidelor din sondă și deci presiunea diferențială cu care se exploatează fiecare din sonde.

6. Sistemul și varianta de exploatare adoptate pentru o unitate hidrodinamică dată.

7. Ritmul de intrare în producție a sondelor, ritmul de extracție a fluidelor, inclusiv numărul de zile productive ale sondelor, care influențează asupra interferenței dintre sonde pe o unitate hidrodinamică dată.

8. Calitatea traversării formațiunii productive, construcției sondei, lucrărilor de intervenții și reparații efectuate la sonde, rezultatele tratamentelor pentru intensificarea extracției din sonde etc., cauze care conduc la modificarea permeabilității relative pentru țiței în jurul găurii de sondă.

În consecință, apare un declin de zăcămînt, inerent, datorat în exclusivitate caracteristicilor zăcămîntului, și un declin tehnologic, care reflectă condițiile de operare. Pe seama condițiilor de operare, declinul debitelor de țiței cu timpul poate fi micșorat în anumite etape din viața unui zăcămînt (aplicarea unui proces de injecție de agenți de lucru în strat, îmbunătățirea continuă a regimului tehnologic al sondelor, revenirea la ritmul de extracție corespunzător debitului critic al unei unități hidrodinamice din care țițeiul, cantonat și în matricea rocii, este dislocuit de apă, dacă acest debit a fost anterior depășit, aplicarea cu rezultate bune a metodelor de intensificare a extracției din sonde, inclusiv consolidarea nisipului cînd este cazul etc.).

Bineînțeles, evidențierea prin calcul a fiecărui tip de declin, respectiv a ponderii cu care intervine fiecare în parte, nu poate fi făcută în mod rigurios pentru o sondă, zăcămînt.

Pe o unitate hid odinamică dată, calculele de declin pot fi folosite cu mai multă confienţă în rezultate atunci cînd s-a săpat covîrșitoarea majoritate a sondelor și acestea sînt exploatate cu debitele de fluide maximum posibile din punct de vedere tehnic, adică cu debite așazis potențiale. Exploatarea în asemenea condiții trebuie să fie avut loc un timp suficient de îndelungat, pentru a fi posibilă determinarea parametrilor caracteristici ai declinului de zăcămînt, în sensul ponderii esențiale a acestuia; de asemenea, trebuie ca timpul luat în calcule să fie cel efectiv productiv. Chiar dacă exploatarea nu s-a realizat cu debitele maxime admisibile din punct de vedere tehnic, determinarea parametrilor caracteristici ai declinului de zăcămînt, este încă posibilă și anume în cazul în care a_0 și c se stabilesc într-o etapă de exploatare în care practic presiunile diferențiale ale sondelor au fost menținute constante.

În cazul că parametrul c este egal cu zero, variația variabilei dependente (reprezentată pe scară logaritmică) în funcție de variabila independentă, conduce la obținerea unei drepte. Dacă însă $c \neq 0$, atunci reprezentarea grafică amintită conduce la obținerea unei curbe, la care, tangentele au valori descrescătoare pe măsură ce crește variabila independentă; se poate admite că curba rezultată constă dintr-o succesiune de porțiuni, caracterizate prin declin, de valori continuu descrescătoare.

Rezultă că, pentru prevederi de scurtă durată, un an într-o etapă incipientă a exploatării și 2—3 ani sau chiar mai mult în etape mai avansate ale exploatării, se poate folosi declinul constant. Pentru prevederi de lungă durată, folosirea declinului exponențial conduce, de regulă, la rezultate prea acoperitoare.

Concluzii

1. Se prezintă un procedeu de determinare a parametrilor declinului de tip hiperbolic.

2. Procedeul este simplu, ușor de aplicat și de programat pentru soluționarea la calculatoare electronice a problemelor de declin.

BIBLIOGRAFIE

1. Arps. J., J. Analysis of Decline Curves, Trans. AIME 1945.
2. Arps. J., J. Estimation of Primary Oil Reserves, În : Petral.. Technol., aug. 1956.
3. Chiran, P., Codreanu, D., Petcovici, V. Îmbunătățirea metodelor de prelucrare a datelor statistice de producție Arhiva ICPTG, Cîmpina, 1959.
4. Locke, C. D., Schrider, L. A., Romes, M. K., A. Unique Approach to Oil Production Decline Curve Analysis with Applications În : SPE of AIME, Paper No. 2224, 1968.
5. Muskat, M. Physical Principles of Oil Production, Mc. Graw Hill Book, Co. New-York—Toronto—London, 1949.
6. Slider, H. C. A Simplified Method of Hyperbolic Decline Curve Analysis, În : J. Petrol Technol., mart. 1968.
7. Stan, A. O nouă metodă de utilizare a curbelor de declin. Arhiva ICPTG, Cîmpina, 1968.
8. Vernescu, Al., Costa Foru, Al,. Nadler, H. și Popa, C. Studiul posibilităților de automatizare a prelucrării datelor de zăcămînt și efectuarea la mașini a prevederii comportării zăcămintelor prin metode hidrodinamice. Arhiva ICPTG — Cîmpina, 1970.

Principalele caracteristici geologice şi fizico-productive ale mai multor zăcăminte de petrol din lume aflate în roci carbonate

TABELA 2

	Zăcământul	Rocă rezervor	Capcana / înclinare	Matrice: porozitatea, % — limite	Matrice: porozitatea, % — medie	Matrice: permeabilitatea, mD — limite	Matrice: permeabilitatea, mD — medie	Existenţa fisurilor — gradul de răspîndire	Existenţa fisurilor — prin ce au fost puse în evidenţă	Existenţa ţiţeiului	Grosimea, m — efectivă	Grosimea, m — totală	γt, kgf/dm³	μt, cp	Date de debit m³/zi × sondă	Număr de sonde — productive	Număr de sonde — de observaţie	Presiunea at — iniţial	Presiunea at — de saturaţie	Mecanism de dislocuire	Injecţie de fluid în strat — gaze	Injecţie de fluid în strat — apă	Observaţii
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	DOLOMIT (urmare)																						
RDG	VOLKENRODA TURINGIA	Dolomit brun			1		>100 mb (fisuri)	Reţea foarte numeroasă de fisuri de înclinare mare		Ţiţei numai în fisuri	34—64		0,836		În medie 50m³/zi (iniţial) şi a scăzut rapid	50		105		Gaze dizolvate	—	—	Deseori dintr-o locaţie s-a săpat o gaură verticală şi mai multe găuri oblice, acestea avînd uneori rezultate de producţie diferite.
ITALIA	RAGUSA	Dolomit triasic TAORMINA	Dam	Porozitatea scheletului de dolomilt este redusă la o valoare f. mică din cauza mineralizării produse de apă		0—1000		Reţea foarte numeroasă de fisuri şi vacuole	Ţiţei numai în fisuri	—„—	~200	540	0,937	315		44		~200	~70	Declinul presiunii tipic unui zăc. cu împingere constantă de apă RGT constant	—	—	Zăcământul RAGUŞA este neobişnuit prin faptul că are un cap mare de gaze în contact cu un volum mare de ţiţei care este subsaturat.
Franţa	PARENTIS	Dalomit (zona II-a)	Anticlinal		12	0,1—100 şi <		Fracturi, fisuri şi vacuole		Ţiţei în matrice şi în fisuri	120	350			mediu 130 m³/zi	27		225		Împingere de apă	—	da! cu rezultat favorabil	
	CALCAR+DOLOMIT, MARNE SILICIOASE, GRESII CALCAROASE ETC.																						
SUA	MIDLAND FARMS NORTH TEXAS	Calcar cristalin dolomitic	Anticlinal		12,1		5,8	Există goluri şi fracturi verticale neuniform răspîndite		Ţiţei în matrice şi în fisuri	33		0,88		iniţial 1,2÷20 t/zi			125	10	Expansiunea fluidelor şi a rocii, apoi gaze dizolvate	—	da! cu rezult. favorabile pres. a crescut de la 56—84 at.	Prin injecţie de apă se va ajunge la un factor de recup. de 27 % faţă de 12 % în primar (2%+10% în GD).
	„B" TEXAS	Calcar dolomitic	Anticlinal	Variază în limite largi						Ţiţei probabil numyi în matrice								254		Gaze dizolvate	da! cu efect favorabil	—	Datorită injecţiei de gaze s-a observat că RGT a rămas constantă şi producţia a crescut.
	HARMATTAN ELKTON	Dolomit poros cu interc de calcar dens	Monoclin înclinare 1°		11,4	27—119		Sînt prezente fisuri în reţea rară	Analiza carote	Ţiţei în matrice şi în fisuri	30	70	0,844					150			da! injecţie în capul de gaze	—	Conuri de apă şi gaze. Raportul capului de gaze faţă de zona de ţiţei m = 3,29
	SPRABERRY	Gresii + Aleurite (Jiltstones) + Marne + Calcare	Monoclin cu înclinare mică	8—13	10	0,001÷1		Prezenţa extensivă a fracturilor verticale. lăţime 0,05—0,35 mm Comunicarea pe verticală prin fisurile din marnă este neglijabilă	Analiza de carote. Productivitatea sondelor. Probe de interferenţă.	—„— Principal productiv stratul principal de sus (cca. 9 m) şi de jos (cca. 9 m) şi numeroase alte strate subţiri distribuite pe cca. 270 m grosime		300		0,7	iniţial 160 m³/zi mediu 40 m³/zi în anul 1962 (după 13 ani) a scăzut la 2 m³/zi (mediu).	3500	?		130	Expansiunea fluidelor şi a rocii apei. Gaze dizolvate. După 13 ani pres. a scăzut la 35 at. în stratul de sus la 7 at. în stratul de jos. S-a trecut la injecţie de apă.	—	da! cu rezultat favorabil (dislocuirea ţiţeiului prin îmbibare capilară)	După circa 14 ani de exploatare s-au extras 32 000 000 m³ ţiţei (80—90 %) din recuperarea primară şi debitul mediu a scăzut la 1,9 m³ pe sondă. Cauza este închiderea parţială a fisurilor odată cu scăderea presiunii. S-a trecut la refacerea presiunii prin injecţie de apă.
	SANTA MARIA LOST HILLS ELK—„— BUENA VISTA CALIFORNIA	Marne silicioase şi chert (miocen sup.)			6		10—15	Zone fracturate neuniform răspîndite	Pierderi de noroi	Ţiţei în matrice şi în fisuri		150—400			iniţial 14+390 m³/zi cumulativ : 3 100+150 000 m³/sdă						—	—	Probele de carotă din zonele sau zonele cu începuturi de fracturi arată mai multe indicaţii de ţiţei decît carotele din zonele fracturate.
ITALIA	GELA SICILIA	Calcar la partea inf. a „argilelor negre" şi Dolomit triasic	Anticlinal	3—5	1,4	<1,5		Reţea numeroasă de fisuri, cu cavităţi şi vacuole		Ţiţei în matrice şi în fisuri		max. 380		8 500 la 50°C şi 600 la 90°C	20—30 m³/zi			350	50	Expansiunea naturală a gazelor din ţiţeiul subsaturat şi împingere de apă.	—	—	Adîncimea de 3 300 m şi viscozitatea mare a ţiţeiului a produs dificultăţi în exploatare. Pentru a uşura pompajul se introduce motorină în sonde.
ROMANIA	CIUREŞTI	Calcare cretoase (cretacic. Cr.)	Zăcămînt masiv ecranat litologic	11—28	25	0,1÷8	—	Reţea fină de fisuri slab dezvoltate	Analiza carotelor extrase şi după datele de producţie	Ţiţei în matrice şi fisuri. La cretacic inf. ţiţei numai în fisuri (C_1)	5	20	0,83	1	de la 1 t/zi le 100 t/zi			155	50	Expansiunea fluidelor şi a rocii, probabil şi împingere parţială de apă	—	—	Dificultăţi în exploatare datortă grosimii reduse şi productivităţii în general slabe.
	CORBII MARI	Calcar + gresii + gresii calcaroase	Dom cu apă de talpă					Reţea suficientă de fisuri	Pierderi de noroi şi analize carote. Δ P mic.	Ţiţei în matrice şi în fisuri	50—60 (max)		0,89	6,8	130 m³/zi se menţine	28	3	205	8	Împingere de apă			Datorită împingerii de apă presiunea practic se menţine.
	BLEJEŞTI	Gresii calcaroase ALBIAN	Zăcămînt masiv ecranat tectonic. Înclinare mică	0,13÷5,5		0÷3,5		Reţea suficientă de fisuri	Date de producţie şi analiza carote.	Ţiţei în matrice şi în fisuri	0—100		0,94	150	18—80 m³/zi	16		90		Apă de fund activă.			

IRAN	MASJID I SULEIMAN	Calcarul de Asmari	Anticlinal asimetric	2—15	5,6	0,0005—0,5		Rețea foarte numeroasă de microfisuri dar în nici un caz uniformă.	—Pierderi de noroi — Carote — Valoarea permeabilității pe date pros.	Țiței în matrice și în fisuri		330	0,829		500÷2 000	32	25	82	44	Expansiunea fluidelor și rocii, precum și avansarea apei de fund și probabil a cap de gaze.	—	Surplusul de producție a fost returnat în zăc. prin inj.	Suprafața productivă este de 45 mile pătrate. În 44 de ani s-a extras 136 ·10⁶ m³ țiței de la 220÷1100 m. adîncime.
	LALI	,,	Anticlinal; apă de talpă și gazcap		4,6			Este cel mai puțin fisurat din Iran	—	,,		400-560	0,840		inițial 1 100	6	4	230		,,	—	—	Suprafața productivă probabil 40 mile pătrate. În 15 ani s-au extras 2,5 ·10⁶ m³ țiței de la 2 300 m. adîncime.
	HAFT—KEL	,,	Anticlinal		7,4			Rețea foarte numeroasă și uniformă de fisuri	Pierderi de noroi ș.a.	,,		300	0,836		inițial 860—1500 Sonda X_{22} a produs 14,2 ·10⁶m³ țiței	21	17	130	100	,,	—	—	Suprafața productivă: 30 mile pătrate. În 25 de ani s-au extras 156 ·10⁶ m³ țiței de la ~1 200 m adîncime.
	NAFT—SAFID	,,	Anticlinal asimetric		7			Rețea mai puțin numeroasă de fisuri	,,	,,		270	0,848		Sonda W5 a avut inițial 3000 m³/zi pt 3 m deschidere	11	5	150—220		,,	—	—	S-a dovedit că presiunea de zăcămînt a scăzut datorită și exploatării zăc. HAFT KEL la 25 km distanță
	AGHA—JARI	,,	Anticlinal		7,6			Cea mai numeroasă și uniformă rețea de fisuri	,,	,,		>330	0,852		inițial 780	21	3	250		,,	—	—	Suprafața productivă: 61 mile pătrate și a produs în 11 ani 72 ·10⁶ m³ țiței. Interferență cu 2 sonde de observație situate la 17 km distanță.
	GACH—SARAN	,,	,,		7,7			Rețea neuniformă de fisuri	,,	,,		510	0,865		360—2000 m³/zi	4	2	158		,,	—	—	Suprafața productivă 30 mile pătrate și în 15 ani s-au extras 20 ·10⁶ m³ țiței.
S.U.A.	DARST CREEK —TEXAS—	Calcar —creta Austin		8—30	12	0,01÷15	0,12	Rețea destul de rară și neuniformă de fisuri	Valoarea permeabilității este mai mare, calc. după date prod.	Țiței în matrice și în fisuri	30	60			a scăzut aproape la lim. ec.					Gaze dizolvate	—	da experiment în general fără rezultat	Cu mici excepții creta Austin produce puțin sau deloc țiței pînă cînd sondele nu sînt stimulate (acidizări, fracturări). În general sondele nu au răspuns la procesul de îmbibare.
	SALT—FLAT —TEXAS—	Calcarul BUDA	Separat de Austin printr-o marnă de 5÷6 m.		12		0,082	,,	,,	,,	21	9			producția medie cum. de țiței: 3300 m³/sdă					,,	—	da cu rezultat	După injectarea circa 3000 m³ apă în sondă și după închiderea acesteia timp de 1 lună la redeschidere sonda producea citeva zile apă și apoi apărea țițeiul
	GILBERTOWN ALABAMA	Calcar —creta SELMA	Capcană structurală					Numeroase fisuri orizontale și verticale+vacuole	carote	,,	25										—	—	
	HAYNESVILLE	Calcar (PETTIT LIME)			19	250	23	Nu se menționează	—	Țiței numai în matrice	6				?	189		170		Gaze dizolvate	da cu rezultate favorabile	da cu rezultate favorabile	Injecție de gaze sus pe structură combinată cu injecție de apă jos. Factorul de recuperare va crește de la 18—34 %.
	EL CAPITAN W. TEXAS	Calcare recifale permian		Porozitate datorită cavernelor				Caverne		Țiței în matrice și în fisuri	12				Productivitate inițială mare					Împingere de apă f. activă	da cu succes	—	Injecție de gaze în scopul recuperării cantităților de țiței închise în caverne („cul de sac") și ocolite de către apă.
	CENTRAL TEXAS (D)	Calcar (VIOLA LIME)		,,			<10	Rețea de numeroase fracturi (canale de eroziune?)	Recup. carot. f. slabă. Permeabilit. după date producție f. mare	,,					Productivitate mare	22					—	—	Acidizări cu rezultate favorabile
	WEST EDMOND OKLAHOMA	Calcar (BOIS D'ARC)	Capcană stratigrafică	?	?	redusă	redusă	Numeroase fracturi care impart secțiunea productivă în blocuri		,,													
	12 ZĂCĂMINTE DIN ARKANSAS (SUD)	Calcar SMACKOVEL		12,5—21,3	16,9	50—2 000	737	?		?										?			
U.R.S.S.	FERGANA (PALEOGEN)	Calcare oolitice, organogene și cristaline (dolomit)		1—4 4—8 8—12						Țiței în matrice și în fisuri													Porozitatea efectivă a fost determinată pe 275 probe de carotă extrase din rocile carbonatice care conțin țiței din paleogen.
	CAUCAZUL DE EST	Calcar (cretacic sup) DAGHESTAN+AZERBAIDJAN		4—8				Micro și macro fisuri, formații de stiloliți și saturostiloliți		,,													Țițeiul se află în spațiul liber al zonelor de accidentare tectonică, golurile și cavernele form. stilolitice, spațiul fisural și porozitate granulară.
	STAVROPOL	Calcar (cretacic sup)	Anticlinalul PRASCOVLEISC	5—26	9	0,2—137		,,		,,		250											Acumulările de țiței și gaze se află în zonele cu fisurare mai intensă ce corespund cu zonele de întreruperi ale acumulării sedimentelor.
	AKSUVAEVO MELEKESSC TARTARIA	Calcare	Capcană structurală					Fisuri mai mult verticale și umplute cu material argilos, calcit și țiței oxidat		,,													Zonele de dezvoltare a fisurilor reprezintă căile de migrare verticală a țițeiului din depunerile carbonifere și ale devonianului inferior.

CALCAR (urmare)

U. R. S. S.	SELLI DAHESTAN	Calcare (Cretacic sup.)	Brahianticlinal asimetric					Rețea numeroasă de fisuri mai mult verticale	Pierderi de noroi la foraj	Țiței în matrice și în fisuri		160			Debitul a fost mărit prin acidiz. fisurări și torpedin								Datorită înclinării mici, apa de talpă apare în sonde pe fisurile verticale destul de rapid.
	KRASNOIAR TARHANÍ BAITUGAN ORENBURG	Calcare (tip masiv) (tournaisian)		4—23		0—420		Mai mult vacuole și caverne		Țiței în matrice și în caverne													Zăcăminte de tip masiv cu apă de talpă Sonde deschise în apropierea contact apă-țiței produc fără apă uneori datorită prezenței unor lentile compacte.
	ABINO UCRAINA KESLEROVA W. CUBAN	Calcare (miocen)		2—47	15	0,2—41	8,8	Rețea de macro și micro fisuri		Țiței în matrice și în fisuri	6—15				0—10—20 t/zi și chiar 100 t/zi								Inconstanța debitelor care variază între 0 și zeci de tonelzi se datorește variațiilor pe verticală și orizontală a porțiunilor impermeabile.
	IABLONESK KOHANSK KUIBÎȘEV	Calcar (permian)		3—10 —50		0,2—250		Rețea de micro și macro fisuri	Analiza de carote	Țiței în matrice și în fisuri					0,2—0,5 t/zi și apoi 5—20 t/zi după acidizare								Acidizările și fisurile au dat rezultat favorabil.
MEXIC	PANUCO MEXIC	Calcar (masiv) SAN FELIPE (cretacic)						Crăpături, falii, fracturi, crevase și macrofisuri.	Garnitura de foraj nu mai întîmpină rezistență.	Țiței numai în fisuri				0,986	Mari variații de debit: de la 0 la 4 000 m³/zi								Țițeiul fiind greu nu pătrunde în zona de porozitate intercristalină scăzută și el se află în întregime în fracturile deschise.
VENEZUELA	MARA	Calcar cretacic pe fundament de granit				<0,1 (matrice)	<0,1 (matrice)	Fracturi frecvente în spații limitate plan verticale	Productivitate mult diferită a sondelor	Țiței numai în fisuri (probabil)		450											Este foarte productiv ori unde sînt dezvoltate fracturi.
UNGARIA	NAGY-LENGYEL	Calcar și dolomit mezozoic						Fisuri numeroase		Țiței în matrice și în fisuri					200—300 t/zi								Pentru ca apa să nu avanseze pe fisuri, debitele de țiței se limitează la 20—30 t/zi.
ARABIA	BAHRAIN	Calcar (Second pay)	Anticlinal	20—30			40	Calcar poros moale cu fracturi limitate și goluri		Țiței în matrice și în fisuri	36			2,3				87	20	Expansiunea fluidelor și a rocii + împingere de apă	da ! cu efect favorabil (menținere de presiune)		Recuperarea pare să fie mult mai bună cu gaze decît cu apă deoarece roca este „OILWET" și lichidele antrenate de gaze injectate au o acțiune miscibilă.

DOLOMIT

S. U. A.	Mc. ELROY W. TEXAS	Dolamit Permian-GRAYBURG SAN ANDRES		2—26	13	0,1÷1000	20	Există evidența unor fracturi verticale în zăcămînt		Țiței în matrice și în fisuri	33—180			2,60		1 800		92	53	Expansiunea fluidelor și a rocii apoi gaze dizolvate	Fără succes: saturație mare în gaze libere	Exp. de inj. în 5 puncte favorabil	Fisurările hidraulice au avut efect favorabil.
	PANHANDLE	Dolomit alb			11,7		7,2	Probabil fisurat	Injectivitatea a fost de 3÷4 ori > decît pe carote	Țiței numai în matrice?	22			2,33							da ! efect favorabil	da ! efect favorabil	Factorul de recuperare la începerea injecției de apă a fost 25,6 % (datorită injecției de gaze).
	FOSTER	Dolomit brun (Grayburg)			8,6		2,6	Probabil fisurat	Injectivitatea a fost de 3÷4 ori > decît pe carote	Țiței numai în matrice?	43			2,91						Gaze dizolvate	—	da ! efect favorabil	Factorul de recuperare a crescut prin injecție de apă de la 12 la 21 %.
	WELCH	Dolomit sau Andres			10		6,3	Zone cu fisuri		Țiței numai în matrice	25		0,852	2,32	inițial 15 m³/zi declin rapid la 1÷2 m³/zi				18,6	Expansiunea fluidelor și a rocii, apoi gaze dizolv.	—	da ! efect favorabil	Zăc. superior are 25 m grosime, fără apă de fund; zăc. inferior separat de primul prin 10m de marnă este inundat. În zonele fisurate sondele produc cu apă.
	TREMPEALEAU MORROW COUNTY OHID	Dolomit			7,8	1—94	49	Fisuri verticale și largi vacuole	Analiza carotelor	Țiței în matrice și în fisuri	33			1,31				76	76	Gaze dizolvate	—	—	Se așteaptă la un factor final de recuperare destul de bun datorită valorii mici pt. μt și rs. Efectul GAS—BUBBLE în țiței?
	WADDELL TEXAS	Dolomit sau Andres	Anticlinal asimetric		11,8	0—5 600	12,3	Fisuri și vacuole		Țiței în matrice și în fisuri	92		0,855	1,62		385		116	80	Gaze dizolvate	—	da efect favorabil	Prin injecție extraconturală de apă pres. zăc. a crescut de la 59 la 80 at, RGT a scăzut și productivitatea a crescut!
	COLDWATER	Dolomit ROGERS CITY	dom neregulat		4,2	0—1 370		Numeroase vacuole și fisuri		Țiței în matrice și în fisuri	15—20					81		98	81	Împingere apă		Apa sărată se reinjectează în zăc.	Pres de zăc. a scăzut în 8 ani de la 98 la 93 at. Se prevede un factor de rec. f. mare (60 %). După 8 ani s-au extras 2 070 000 m³ țiței și 4 100 000 m³ apă.
	CEDARLAKE	Dolomit cenușiu cristalin						?		?				2,9				139	23	Expansiunea fluidelor și a rocii și apoi gaze dizolvate	da ! cu rezultat favorabil	—	Față de factorul de recuperare în exploatare primară (10—12 %) prin injecția de gaze s-a realizat o îmbunătățire a exploatării.
	ELLEN—BURGER W. TEXAS	Dolomit intercristalin			1,5		<0,1	Fisuri verticale (macrofisuri și microfisuri)		Țiței numai în fisuri													
	„A"	Dolomit cristalin cenușiu						Nu se menționează prezența fisurilor !		Țiței probabil numai în matrice	66				Productivitate scăzută (Torpilare) Acidiz. nu au efect.					Expansiunea fluidelor și a rocii și apoi Gaze dizolvate	da! cu rezultat favorabil	—	La injecția de gaze, gazele nu s-au canalizat, presiunea zăcămîntului a fost menținută mai mare ca pres. de sat., Productivitatea sondelor a crescut.

Unele date cu privire la exploatarea zăcămintelor de ţiţei aflate în roci carbonatice fisurate

A. Cârcoană

În ultimul deceniu, în România, au fost descoperite şi puse în exploatare mai multe zăcăminte de petrol acumulate în rocile carbonatice şi fisurate din platforma moesică.

În general, este cunoscut faptul că natura, caracteristicile şi comportarea în exploatare a zăcămintelor carbonatice fisurate diferă de cele ale zăcămintelor de petrol aflate în nisipuri sau gresii.

Scopul acestui articol este acela de a prezenta stadiul cercetărilor de laborator şi de şantier efectuate şi al experienţei acumulate în ceea ce priveşte exploatarea zăcămintelor de petrol aflate în roci carbonatice.

Examinarea a numeroase exemple şi cazuri tipice de zăcăminte carbonatice poate contribui la o mai profundă şi mai corectă explicare a caracteristicilor zăcămintelor carbonatice existente în ţara noastră şi prin urmare la dirijarea exploatării acestora în bune condiţii.

1. Caracteristicile zăcămintelor de petrol în roci carbonatice

Rocile carbonatice formează a cincea parte din masa rocilor sedimentare care, la rîndul lor acoperă 75% din suprafaţa pămîntului.

Mai mult de jumătate din rezervele de petrol ale lumii cunoscute în momentul de faţă sînt acumulate în roci carbonatice [1].

În consecinţă, calcarele şi dolomitele, ca extreme ale unui întreg şir de combinaţii posibile (gresii calcaroase, marne calcaroase, nisipuri dolomitice, calcare grezoase, calcare marnoase, dolomite grezoase etc.), se pot considera cele mai frecvente şi mai importante roci rezervor.

Roca rezervor într-un zăcămînt carbonatic este formată din :

— *matrice** formată din calcar, dolomit, gresie calcaroasă, calcar grezos şi diverse combinaţii între acestea sau cu alte elemente ;

— *reţea de fisuri*, care pot fi de origine diagenetică sau se pot datora tectonizării ;

— *vacuole*, *uneori caverne*, care au luat naştere în urma circulaţiei apei în fisuri şi a procesului de diageneză.

Ca orice rocă-rezervor şi rocile carbonatice sînt caracterizate prin porozitate şi permeabilitate. Aceşti parametri fizici ai rocii magazin se reflectă atît la sistemul matrice, cît şi la sistemul format din reţeaua de fisuri sau vacuole.

Porozitatea determinată în laborator pe carote reprezintă de obicei porozitatea matricei. Determinările efectuate pentru aşa-numita „porozitate a fisurilor" sau „coeficient de fisurare" au arătat că ordinul de mărime al spaţiului poros atribuit fisurilor este mic (0,5—1% din volumul brut) şi nu poate aduce modificări esenţiale în sensul creşterii porozităţii totale a rocii carbonatice.

Porozitatea atît a matricei, cît şi a spaţiului fisurat reprezintă de fapt capacitatea de înmagazinare a zăcămîntului carbonatic.

Dintr-un număr de 50 de zăcăminte de petrol din lume, aflate în roci carbonatice (tabela 2) şi analizate după datele prezentate în literatura de specialitate [3—12], aproape 70% au ţiţei atît în matrice, cît şi în fisuri. Există însă alte zăcăminte în roci carbonatice la care ţiţeiul se află numai în matrice, deoarece practic nu există o reţea de fisuri deschise. De asemenea, cînd porozitatea matricei este foarte mică (1—2%) ţiţeiul se află numai în reţeaua de fisuri şi fracturi deschise ; în acest caz „porozitatea fisurilor" are o foarte mare importanţă pentru capacitatea de înmagazinare ; un asemenea zăcămînt este însă considerat în general sărac.

Dacă porozitatea rocii-magazin nu este influenţată decît în unele cazuri de prezenţa unui sistem de fisuri deschise, în schimb permeabilitatea zăcămintelor carbonatice este în cea mai mare măsură dependentă de existenţa sistemului de fisuri.

Aceste fisuri constituie de fapt principalele căi de curgere a fluidelor din zăcămînt.

Cercetările efectuate în vederea stabilirii dimensiunilor şi a volumului fisurilor existente într-un zăcămînt carbonatic au arătat posibilitatea existenţei unei game largi în ceea ce priveşte lăţimea fisurilor, care pot avea valori mai mici de 0,01 mm (microfisuri invizibile cu ochiul

* Este necesar să se menţioneze că prin „matrice" se înţelege blocul efectiv de rocă dintre fisuri şi în acest sens termenul este folosit în ingineria de zăcămînt. În ştiinţele geologice termenul „matrice" este folosit de mineralogi şi sedimentologi cu înţelesul de pastă fină, granulară, lipsită de porozitate efectivă şi care acţionează ca un ciment între granulele mai mari [2].

liber), valori cuprinse între 0,01 şi 0,1 mm (macrofisuri) şi valori mai mari de 0,1 mm (fracturi).

Gradul de intercomunicaţie care poate exista într-un zăcămînt datorită fisurilor deschise şi capacitatea de curgere a acestora pot fi ilustrate prin comportarea zăcămintelor de petrol din Orientul Mijlociu, care au ca rocă-magazin calcarele de Asmari. Astfel, în timpul exploatării zăcămîntului AGHA JARI s-a constatat că în două sonde de observaţie, situate la circa 18 km depărtare, presiunea înregistra acelaşi ritm de scădere, la o diferenţă însă de numai cîteva zecimi de atmosferă, [5].

S-a calculat de exemplu că permeabilitatea echivalentă a unei fisuri de 0,25 mm lăţime este de aproximativ 5 800 Darcy, în timp ce permeabilitatea cea mai mare întîlnită la zăcămintele de ţiţei nefisurate (nisipuri) este de 4—5 Darcy.

De asemenea, asupra vitezei de curgere a ţiţeiului în fisuri se arată că, de exemplu, 160 m^3/zi ţiţei vor curge printr-o fisură cu lăţimea de 2,54 mm şi lungimea de 300 m cu un gradient de presiune de 0,0425 at/km [13].

În alte cazuri a fost posibil ca o sondă să producă cu debite foarte mari, şi anume de circa 4 000—6 000 m^3/zi ţiţei, pătrunzînd în zăcămîntul de calcar mai puţin de 10 m, dar întîlnind mai multe fracturi, faţă de altă sondă, care a pătruns în calcarul productiv 300 m şi nu produce decît un debit foarte mic de ţiţei, neîntîlnind nici o fisură deschisă. Evident, între aceste două posibilităţi extreme există situaţii intermediare, care caracterizează majoritatea zăcămintelor carbonatice.

2. Regimul de exploatare

În cazul regimului de exploatare în gaze dizolvate, în absenţa unei ape de fund şi fără cap primar de gaze, debitul cu care este produs ţiţeiul este sensibil la presiunea diferenţială, şi anume direct proporţională cu aceasta.

În cazul regimului de exploatare cu avansare substanţială de apă, presiunea diferenţială de exploatare a sondelor nu trebuie să depăşească gradientul gravitaţional, cu alte cuvinte să fie practic nemăsurabilă valoarea debitului depinzînd de mărimea suprafeţei de contact apă-ţiţei şi de capacitatea de curgere a ţiţeiului din matrice în fisuri. Prin urmare, la astfel de zăcăminte, debitul maxim admisibil nu se stabileşte pe sondă, ci pe zăcămînt, în funcţie de parametrii menţionaţi şi ţinînd seama de faptul că sistemul matrice + fisuri poate fi asimilat cu un sistem de vase comunicante, în care contactul apă-ţiţei trebuie păstrat, aproape la acelaşi nivel [14, 15].

În cazul zăcămintelor carbonatice şi fisurate, la a căror exploatare se combină mai multe forme de energie, mecanismul de dizlocuire se complică.

3. Posibilităţi de exploatare

Posibilităţile de a dirija exploatarea în aşa fel încît să se obţină o recuperare maxmă, în condiţii economice avantajoase, sînt în funcţie de natura mecanismului de dizlocuire.

Atît la mecanismul de producere în regim de gaze dizolvate, cît şi la împingerea de apă sau de gaze, rolul preponderent îl are presiunea diferenţială de exploatare, ca de altfel şi caracteristicile fiecărui zăcămînt în parte. Se menţionează zăcămintele la care ţiţeiul se află numai în reţeaua de fisuri şi fracturi deschise şi la care sondele pot fi produse cu presiune diferenţială mare.

Scăderea continuă şi uneori accentuată a presiunii în matrice, în cazul exploatării în gaze dizolvate sau numai cu o avansare parţială de apă sau gaze, epuizează energia naturală disponibilă a zăcămîntului şi, prin urmare, rămîn în zăcămînt cantităţi importante de ţiţei.

Iniţial, s-a considerat inoportună injecţia de apă sau gaze la zăcămintele carbonatice şi fisurate, deoarece prezenţa reţelei de fisuri era de aşteptat să anuleze efectul injecţiei, curgerea apei sau a gazelor injectate concentrîndu-se pe fisuri şi în zonele de permeabilitate mare. Cercetările au arătat însă că cele expuse mai sus constituie mai mult o excepţie decît o regulă şi au observat că, practic, nu există o bază pentru a considera rocile carbonatice şi fisurate, în general, ca fiind improprii pentru exploatarea cu injecţie de agent de lucru.

Diversitatea tipurilor sub care apar aceste zăcăminte în natură şi limitele largi de variaţie ale proprietăţilor fizice, nu numai de la un zăcămînt la altul, dar chiar la acelaşi zăcămînt, sînt elemente care nu permit luarea unor anumite măsuri numai pe baza obţinerii, la zăcăminte similare, a unor rezultate favorabile.

Susceptibilitatea aplicării unei anumite metode de exploatare la un zăcămînt carbonatic poate fi apreciată corect numai pe baza unei analize clare şi detaliate a carateristicilor proprii şi ale evoluţiei comportării fiecărui zăcămînt în parte.

4. Cazuri tipice de exploatare

În general, la noi în ţară majoritatea zăcămintelor de ţiţei aflate în roci carbonatice şi descoperite recent au o grosime totală a rociirezervor saturată cu ţiţei mai mică de 30 m. Aceste zăcăminte carbonatice pot fi considerate subţiri faţă de zăcămintele masive de calcar din Orientul Mijlociu sau faţă de cele de la Ragusa şi Gela din Italia şi Parentis din Franţa, care au o grosime a rocii rezervor saturată cu ţiţei de la cîteva zeci pînă la cîteva sute de metri.

Este interesant de cunoscut comportarea unor astfel de zăcăminte pe perioade mai lungi de exploatare, ceea ce este posibil pentru zăcămintele de acest gen descoperite în alte ţări cu mulţi ani în urmă.

Fără îndoială că în cazul zăcămintelor carbonatice subţiri, este de aşteptat ca dificultăţile întîlnite în cursul exploatării să fie mai mari, mai ales datorită înclinărilor mici şi prezenţei unor suprafeţe mari de contact apă-ţiţei şi gaze-ţiţei; la presiuni diferenţiale mai mari de circa 2—3 at apa şi gazele vor forma „conuri" sau vor pătrunde pe fisuri în sonde, inundîndu-le prematur. Totuşi, la unele zăcăminte carbonatice subţiri, puţin înclinate şi cu apă de talpă, nu se produce inundarea sondelor, chiar dacă acestea deschid stratul în apropierea contactului apă-ţiţei, datorită existenţei unor zone dense sau lentile compacte, care izolează apa de talpă. Astfel se comportă o serie de sonde de pe structura KRASNOIAR din U.R.S.S. [16] sau sondele care exploatează ţiţeiul din dolomitul SAN ANDRES de la WELCH din S.U.A. [17]. La acest din urmă zăcămînt, sondele produc cu apă numai în zonele în care separaraţia existentă este fisurată. În ţara noastră, prezenţa, uneori, la contactul apă-ţiţei a unor asemenea zone de permeabilitate foarte redusă şi nefisurate explică producerea fără impurităţi a unor sonde deschise în apropierea limitei apă-ţiţei.

Injecţia de agent de lucru în strat este considerată ca o metodă care poate fi aplicată cu succes şi la zăcămintele carbonatice.

Calcarul cristalin dolomitic de la MIDLAND FARMS NORTH din S.U.A., cu strate subţiri de marnă şi incluziuni de anhidrit, cu o grosime efectivă saturată cu ţiţei de 9 m şi cu goluri şi fracturi verticale neuniform răspîndite, este exploatat prin injecţie extraconturală de apă [8].

Faţă de prevederea exploatării în gaze dizolvate, care asigură în 56 de ani un factor de recuperare final de 10%, prin injecţie de apă s-a considerat că se va ajunge la o recuperare de 27%.

După o perioadă de 5 ani, în care s-au injectat circa 570 000 m³ apă, presiunea zăcămîntului a crescut de la 56 la 84 at, obţinîndu-se o triplare a debitului de exploatare a sondelor.

Calcarul BUDA de la SALT FLAT (S.U.A.), s-a exploatat prin injecţie intermitentă de apă. După injectarea a circa 3 000 m³ de apă într-o sondă, aceasta se închidea pentru circa o lună de zile; la redeschidere sonda producea cîteva zile numai apă, şi apoi ţiţei.

În cazul dolomitului subţire şi fisurat de la COLDWATER, exploatat prin împingere de apă, pentru a micşora procentul de apă cu care produc, de la intrarea în strat, sondele au fost forate în continuare cu cablu, prevăzut cu lubricator. Se pătrundea astfel în strat treptat, pînă în momentul obţinerii unei productivităţi satisfăcătoare. În medie, pătrunderea a fost de circa 3—5 m, gaura păstrîndu-se deschisă; apa sărată extrasă împreună cu ţiţeiul era reintrodusă în zăcămînt. Se prevede atingerea unui factor de recuperare mai mare de 20%.

Exploatarea în ţara noastră a unui zăcămînt are loc în regim de împingere de apă. Zăcămîntul este caracterizat printr-o reţea de microfisuri destul de bine dezvoltate şi în comunicaţie suficientă cu găurile sondelor de exploatare. Dirijarea exploatării are loc sub o atentă supraveghere a debitelor de extracţie şi a nivelului apei în sondele de observaţie, în aşa fel încît aceasta să nu pătrundă prin fisuri în sondele de exploatare, înainte ca ţiţeiul din matrice să fie produs.

Un exemplu dificil de exploatare îl constituie zăcămîntul albian de la Hîrleşti. Cu toate că zona de ţiţei este în contact pe suprafaţă mare cu cupola iniţială de gaze, mecanismul de dizlocuire a ţiţeiului îl constituie energia gazelor existente în soluţie. Gazele din cupola de gaze şi chiar apa marginală nu contribuie la dizlocuirea ţiţeiului, ci, dimpotrivă, dată fiind reţeaua puţin dezvoltată de fisuri, presiunile diferenţiale mari de exploatare şi grosimea mică a stratului, contribuie la inundarea pe fisuri a sondelor. Soluţiile preconizate pentru o exploatare eficientă (reţea mai densă de sonde, exploatare intermitentă, perforare în zona de apă etc.) sînt corespunzătoare caracteristicilor zăcămîntului, şi elaborarea lor a fost posibilă numai după cunoaşterea amănunţită a acestor caracteristici [12].

Concluzii

1. Rocile carbonatice, ca roci-rezervor de petrol, au o mare răspîndire în lume, deoarece acumulează mai mult de jumătate din rezervele mondiale de petrol cunoscute în momentul de faţă.

2. Într-un zăcămînt carbonatic roca-rezervor este formată din matrice, reţea de fisuri şi vacuole uneori caverne, ceea ce de fapt reprezintă capacitatea de înmagazinare.

3. Un zăcămînt în care ţiţeiul se află practic numai în reţeaua de fisuri este de obicei considerat un zăcămînt sărac, deoarece ordinul de mărime al spaţiului poros atribuit fisurilor este mic (cca. 1—2%).

4. Dacă porozitatea rocii-magazin nu este influenţată decît în unele cazuri de prezenţa unui sistem de fisuri deschise, în schimb permeabilitatea zăcămintelor carbonatice este, în cea mai mare măsură, dependentă de existenţa sistemului de fisuri, care constituie de fapt principalele căi de curgere a ţiţeiului din zăcămînt.

5. Productivitatea sondelor care exploatează un zăcămînt carbonatic fisurat este foarte mult influenţată de faptul dacă sonda a întîlnit reţeaua de fisuri şi dacă există o bună comunicaţie între această reţea şi gura de sondă.

6. Un rol preponderent în obţinerea unei recuperări maxime, în condiţii economice avantajoase, îl are presiunea diferenţială de exploatare a sondelor adaptată caracteristicilor fiecărui zăcămînt în parte şi mecanismului de dizlocuire existent sau impus.

7. Practic nu există o bază pentru a considera rocile carbonatice şi fisurate, în general, ca fiind improprii pentru exploatarea cu injecţie de apă şi există multe cazuri în care aplicarea unor astfel de procese a condus la creşterea recuperării.

8. Explicarea caracteristicilor de producţie, posibilitatea aplicării unui anumit regim de exploatare şi a celui mai indicat sistem de extracţie pot fi corect efectuate numai pe baza unei analize clare şi detaliate a caracteristicilor proprii şi ale evoluţiei comportării în perioada de probă a fiecărui zăcămînt în parte.

9. Cîteva dintre măsurile ce trebuie aplicate în cazul unora dintre zăcămintele carbonatice de ţiţei sînt redate în tabela 1.

TABELA 1

Măsuri indicate a fi aplicate în cazul unora dintre zăcămintele carbonatice de ţiţei

Etapa în care sînt necesare a fi aplicate măsurile	Principalele caracteristici	
	Valoare redusă a produsului K×h (permeabilitate × grosime)	Valoare ridicată a produsului K×h (permeabilitate × grosime)
Forajul sondelor	— Pătrunderea pe aproape toată grosimea stratului productiv şi tubare în capul stratului — Evitarea blocării microfisurilor cu noroi, particule mecanice sau prin umflare argile — Săpare deviată şi intrare în strat sub cel mai mare unghi posibil	— Oprirea forajului şi completarea sondei (gaură deschisă) la primele pierderi de circulaţie în strat — Evitarea încercărilor de a opri pierderile de circulaţie în strat prin introducerea de materiale de blocare — Dacă forajul continuă în strat se va săpa cu circulaţie pierdută eventual cu apă + NaCl (prevenitor)
Punerea în producţie şi extracţie	— Efectuare de baie acidă (mud acid) — Pistonare cu denivelare treptată — Perforare în gaură deschisă — Efectuare de acidizări repetate — Fisurare hidraulică — În cazul unei grosimi mici a stratului şi a unei suprafeţe de contact apă-ţiţei extinse şi a unor presiuni diferenţiale mari de exploatare, după tubarea stratului şi cimentare se va perfora în zona de apă pentru a se forma o „pîlnie" de ţiţei [19].	— Pistonare a circa zece volume de puţ pentru a decide dacă proba efectuată cu rezultat apă sărată este concludentă — Acidizare, eventual — Exploatare cu presiune diferenţială redusă — Urmărirea ridicării contactului apă-ţiţei în sondele de observaţie — Reducerea diametrului duzei cînd impurităţile cresc
Intensificare	— Reţea mai densă de sonde — Sondele inundate nu se vor abandona şi după 1—2 ani se vor redeschide cu ţiţei — Exploatare cu intermitenţă — Acidizări, fisurări, torpedări	— Acidizări selective
Mărire factor final de recuperare	— Injecţie continuă de apă — Injecţie intermitentă de apă	— Injecţie continuă de apă sau gaze

BIBLIOGRAFIE

1. Ham William, E. Pray, L. şi Loyd, C. Modern concepts and classification of carbonate rocks. Classification of carbonate rocks, William E. Ham, BAAPG, U. S. A. 1962
2. Pirson, Sylvain J. Performance of fractured oil reservoirs. B.A.A.P.G. **37**, II, 1953, nr. 2.
3. Owen, Edgar, W. Petrolul în roci carbonatice. BAAPG **48**, nr. 10, 1964, tradus în MGG nr. 3, 1965.
4. Levorsen, A. I. Discussion of fractured reservoir subjects, B.A.A.P.G., febr. 1953.
5. Graham, W., Hetherington, G. şi Old, R., E. Effect of Production Restriction on Iranian Oil Reservoirs. Fourth Petroleum Congress. Section II/E. Roma — 1955.
6. Roco, T. Un zăcămînt neobişnuit — Gela din Sicilia. Fifth World Petroleum Congress. New York, 1959.
7. Borgan, R. L., Frank, J. R. şi Talkington, G. E. Pressure Maintenance by Bottom Water Injection in Massive San Andres Dolomite Reservoir. În: J.P.T. aug. 1965.
8. Bowan, J. F. şi Edgar, A.L. Performance History of the Midland Farms North (Grayburg) Field In: J.P.T. sept. 1961.
9. Giuclea, V. şi Langa, F. Schemă generală de punere în exploatare a zăcămîntului din neocomian de la Ciureşti, Tufeni şi Bîrla. Tema ICPTG — Cîmpina, 1965.
10. Elkins, Linkoln, F. Reservoir Performance and well spacing Spraberry Treud Area Field of West Texas. AIME, 1953, V. 198.
11. Cristea, M. Mecanismul recuperării ţiţeiului prin dislocuire cu apă din zăcăminte de calcar fisurat. BIPGG, **VII**, 1961, Bucureşti.
12. Cârcoană, A. Exploatarea zăcămintelor carbonice subţiri puţin înclinate şi de permeabilitate mică, cu aplicaţie la zăcămîntul albian de la Hîrleşti. Teză de doctorat IPGG, Bucureşti, 1967.
13. Baker, W. J. Flow in Fissured Formations Fourth World Petroleum Congress. Section II/E Roma — 1955.
14. Chueca, A. Maintien de Pression par injection d'eau dans le gisement de Parentis. Revue de l.I. F.P 7—8, 1959.
15. Cristea, M., Vernescu, Al. şi Langa, F. Studiu şi proiectarea exploatării zăcămîntului de la Magylengyel din Ungaria. Arhiva ICPPG Cîmpina, 1959.
16. Pantelea, A. S., Melnikova, M. A. şi Ghileva, N. M. În legătură cu contactul apă-petrol în colectoarele carbonatate de pe structurile petrolifere din zona centrală a valului Bolsekinel. Gheologhia Nefti i Gaza, nr. 1, 1963.
17. Hendrikson, G. E. History of the Welch Lield San Andres Pilot Water Flood. In: J.P.T. aug. 1961.
18. Van Lookeren, J. Oil Production from Reservoires With an Oil Layer Between Gas and Bottom Water in the same sand. În: J.P.T. mart. 1965.

Influenţa mediului corosiv asupra materialului tubular

Paula Eftimescu

Materialul tubular utilizat în industria de petrol la forarea şi exploatarea sondelor, este supus în permanenţă unui proces complex de coroziune provocat de acţiunea fluidelor vehiculate cu care vine în contact. Coroziunea provoacă dificultăţi tehnice importante în desfăşurarea proceselor tehnologice, care adesea necesită cheltuieli suplimentare sensibile şi uneori cauzează chiar întreruperea temporară a producţiei.

Această situaţie a determinat organizarea unor lucrări ample de cercetare tehnico-ştiinţifică şi experimentare industrială în toate ţările cu industrie dezvoltată, pentru precizarea mecanismului coroziunii, a factorilor care-l provoacă, a celor care îl favorizează şi a procedeelor de prevenire şi combatere.

Cercetările efectuate au arătat că mecanismul coroziunii este deosebit de complex fapt pentru care nu este încă complet explicat şi rezolvat.

În general, se poate spune că s-au semnalat coroziuni la aproape toate sondele pentru că în orice sondă se găseşte cel puţin unul din agenţii provocatori de coroziune, ca : apa sărată, H_2S, CO_2 şi acizi organici, fiecare suficient de dăunător individual şi foarte dăunător în sinergism sporit şi de timp, favorizat sau accelerat de condiţiile fizice existente la puţ, în special temperaturi şi presiuni care cresc o dată cu creşterea adîncimii sondelor.

Pe lîngă aceşti agenţi corosivi, ce pot fi consideraţi naturali, intervin şi participă la degradarea materialului tubular şi alţii adăugaţi, ca, de exemplu, componenţii fluidelor de foraj şi mai ales a fluidelor de packer pe bază de apă, ca şi toate soluţiile utilizate în operaţiile de stimulare a straturilor : acidizări sau fracturi. De obicei, aceste soluţii conţin şi un inhibitor de coroziune, cum însă eficacitatea acestora este limitată, se poate întîmpla ca în anumite condiţii să devină ineficace sau chiar contraindicaţi (cazul inhibitorului pe bază de arsen folosit la temperaturi ridicate şi în mediu de H_2S).

O altă sursă de coroziune sînt bacteriile (fero şi sulfobacterii). Uneori aceste bacterii reprezintă cauza principală a coroziunii, alteori contribuie doar în proces accelerînd sau favorizînd coroziunea. Bacteriile se dezvoltă cu uşurinţă în fluidele de foraj şi mai ales în acelea de packer. Aceste fluide prin însăşi compoziţia lor complexă, bogată în argile, substanţe minerale şi organice conferă un mediu foarte prielnic pentru dezvoltarea şi activitatea florei microbiene din aer, apă, sol, cu consecinţa modificării mediului dintr-unul necorosiv, într-unul puternic corosiv, ca urmare a produşilor de metabolism puşi în libertate de bacterii : H_2S şi CO_2. Inhibitorii utilizaţi în astfel de cazuri au eficacitate numai în cazul noroaielor care circulă, în timp ce în cazul fluidelor statice, de packer — ei devin ineficace ; la aceste fluide de packere se ridică de altfel probleme de coroziune cu mult mai importante decît la fluidele de foraj întrucît ele nu pot fi tratate repetat pentru a li se recondiţiona caracteristicele.

Efectul acestor agenţi corosivi asupra materialului tubular este diferit şi condiţionat de caracteristicile metalului din care este confecţionat materialul tubular, natura suprafeţei lui, de eforturile la care este supus, de temperaturile pe care le întîlneşte şi de durata de lucru în mediu corosiv respectiv.

Cazurile întîlnite în şantierele noastre sînt deosebit de interesante şi instructive. Cercetările efectuate în laborator, împreună cu experienţa cîştigată în şantiere, permit astăzi să se elaboreze metode şi programe de prevenire a avariilor provocate de coroziune în scopul prelungirii duratei de lucru a materialului tubular.

În continuare se vor da cîteva exemple de material tubular distrus prin acţiunea mediului corosiv.

În figura 1 se prezintă cazul tubingului de 2,7/8 in din oţel grad J55 de la sonda 97 M.P. Prospecţiuni Mineşti care s-a rupt (în octombrie 1969) în timpul probelor de producţie. Se menţionează că tubingul rupt făcea parte dintr-o garnitură cu care s-a executat în perioada probelor de producţie un număr de nouă marşuri şi opt acidizări care au durat 230 zile (pînă la data accidentului). Din informaţiile primite de la schelă rezultă că la acidizări s-a folosit ca inhibitor aldehidă formică.

Din fotografiile din figura 1 se vede clar că tubingul a suferit o coroziune chimică generalizată pe întreaga suprafaţă exterioară şi interioară sub formă de ciupituri — celule de coroziune de concentraţie foarte mare. Pierderea de material a fost considerabilă dacă se are în vedere faptul că grosimea peretelui a fost redusă de la 5,5 mm cît a fost iniţial la

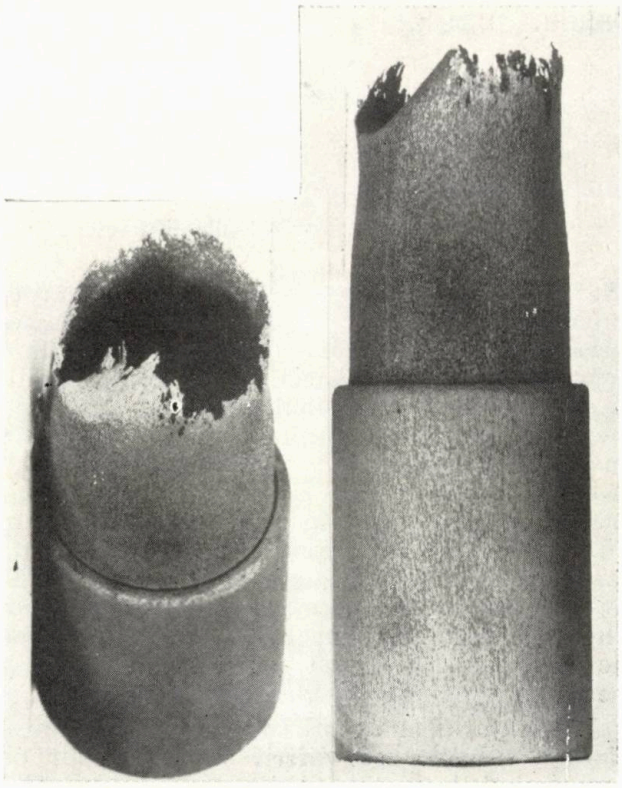


Fig. 1

0,8 mm, ori în acest caz, ruperea era inevitabilă.

Un alt caz la fel de elocvent, cu privire la efectul mediului corosiv acid asupra materialului tubular, este cazul tubingului de la sonda 3314 Oporelu, tot cu grad J 55. La această sondă, cu garnitura respectivă de țevi de extracție în perioada probelor de producție (martie—mai 1969), s-au efectuat mai multe marșuri, două băi acide cu amestec de soluție de HCl și HF în care concentrația de HCl a fost de 30%, repetate plimbări cu această soluție în perforaturi și o acidizare. Din garnitura extrasă de la puț după aceste operații s-au controlat șase bucăți tubing alese la întîmplare. S-a constatat o apreciabilă scădere a greutății cu circa 50% și o modificare a caracteristicilor geometrice, cu o reducere de 40—60% din grosimea peretelui. Uzura mai pronunțată s-a produs pe suprafața interioară pe care s-au găsit caverne și adînciturі de 0,1 mm (fig. 2.)

Se pot cita nenumărate cazuri similare, dar acestea sînt suficiente pentru a ilustra procesul intens de uzură generalizată uniformă, prin coroziune acidă de suprafață provocată de mediul de acidizare ca forma cea mai frecventă de coroziune.

Dar coroziuni cu efecte întrutotul asemănătoare s-au întîlnit și la sondele care produc normal și la care nu intervin operații de acidizare. *Exemplu.* La sonda 1637 Vișina din Schela Găești garnitura de tubing de 2 7/8 in, tot din oțel grad J 55, a fost introdusă la sondă în anul 1967 și extrasă în 1971, deci după circa 4 ani. Examinarea unor bucăți de tubing din această garnitură a scos în evidență, de asemenea, o uzură constînd din reducerea greutății lui cu circa 45% și dintr-o modificare corespunzătoare a caracteristicilor dimensionale, deci o pierdere de metal de 5 846 g/m² an respectiv 16 g/m² zi și o penetrație de 0,7 mm/an. Și aici uzura cea mai pronunțată s-a produs pe suprafața interioară a țevii care, de asemenea, a fost afectată de un proces intens de coroziune chimică generalizată și uniformă, de tipul cu caverne, ca rezultat al acțiunii mediului din sondă. Degradările de pe suprafața interioară sînt redate în fotografiile din figura 3 la o mărire de 100 ori. Aici este vorba însă de o coroziune sulfuroasă; pe suprafața metalică s-a găsit un strat de sulfură neagră de fier atît de puternic aderent încît lăsa impresia că face corp comun cu masa metalului de bază. Prin analiza chimică s-a stabilit un conținut în sulf — al acestui depozit — de 0,58% față 0,028% cît conține oțelul în compoziția lui.

Exemplu de coroziune bacteriană. Este cunoscut că sonda 4 Spineni, la care în primele fluide extrase s-au găsit cantități apreciabile de H_2S, în vederea preîntîmpinării unor acci-

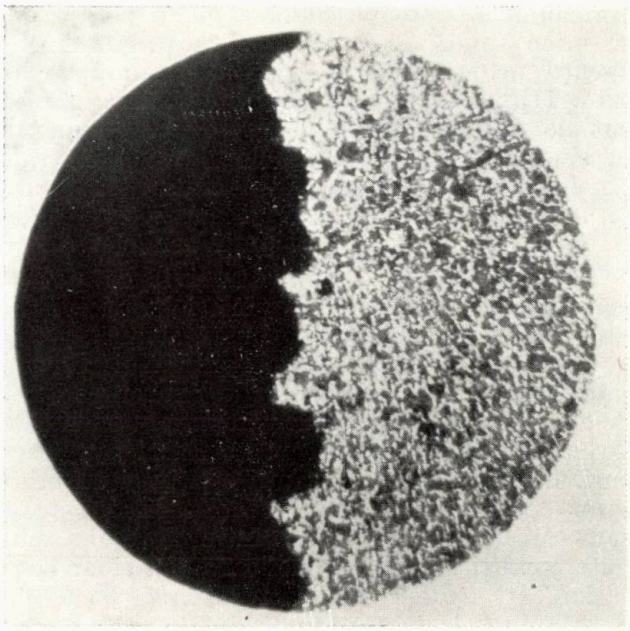


Fig. 2

dente grave ce s-ar fi putut produce sub efectul H_2S, a fost trecută în conservare în anul 1969 pînă la procurarea unor materiale adecvate mediului (sonda fiind echipată cu tubing din oțel grad P105). Fluidul de packer utilizat inițial la conservare fiind pe bază de apă

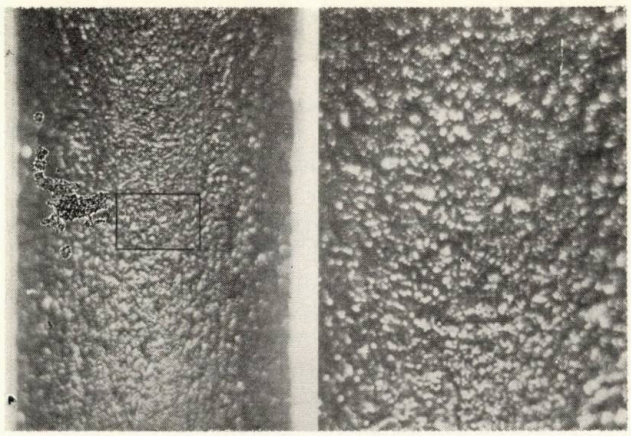


Fig. 3

și lignosulfonați, deci un mediu prielnic dezvoltării de bacterii reducătoare de sulfați, a fost înlocuit cu motorină neutrală. La extragerea garniturii de tubing — aprilie 1971 — s-a dispus cercetarea unor cupoane prelevate din 500 în 500 m. Pe suprafața exterioară a cuponului de la adîncimea de 1 500 m s-au găsit niște protuberanțe asemănătoare cu cochilia unui melc; urme ale unor colonii de bacterii care s-au fixat pe suprafața metalică și au rămas acolo și după înlocuirea noroiului cu motorină. Analiza fluidelor extrase a pus în evidență prezența bacteriilor reducătoare de sulfați (desulfovibriodesulfuricans). Bacteriile ca atare nu atacă metalul, ele însă pun în libertate din mediul în care se dezvoltă H_2S care accelerează procesele de coroziune electrochimică cu rezultatul final, distrugerea materialului. Coroziunea bacteriană se recunoaște prin apariția și dezvoltarea unor ciupituri caracteristice, un fel de celule de coroziune de concentrație foarte mare, așa cum se pot observa în fotografia din figura 4, care dacă condițiile ar fi continuat să fie prielnice ar fi ajuns la perforarea tubingului.

În practică se întîlnesc și cazuri de coroziune combinată cu eroziune a unor piese conjugate cînd acestea au anumite deficiențe din fabri-

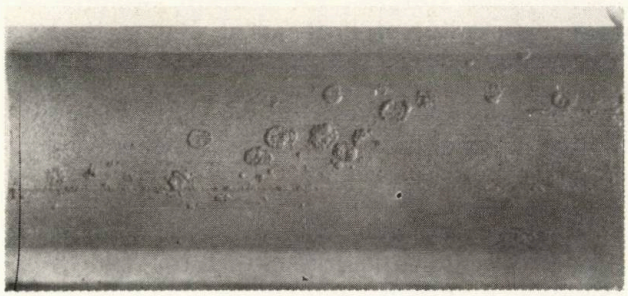


Fig. 4

cație și cînd sînt confecționate din materiale complet diferite ca natură chimică și structurală.

Un exemplu îl formează mufele de 2 3/8 in filet lung, oțel P 105, în care erau înșurubate reducțiile de legătură oțel 41 C10, cep scurt × cep lung, de la echipamentul special de la sonda 922 Gheorgheasa (XII. 1970). Faptul că aceste două piese au fost construite din materiale diferite metalurgic și structural și au lucrat într-un mediu corosiv a condus la crearea — la contactul lor — a unor diferențe de potențial ce au generat un proces de coroziune de contact cu efect distrugător.

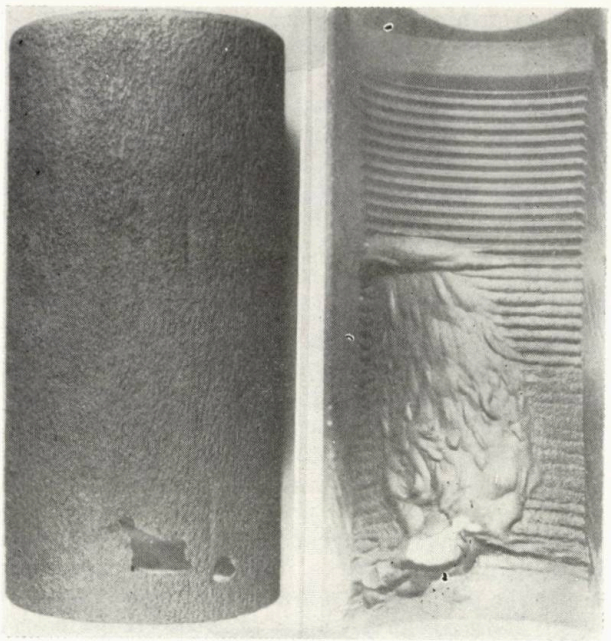
Procesul de coroziune a fost însoțit de unul de eroziune, întrucît așa cum s-a constatat în laborator filetul lung al reducției prezenta insuficiențe constructive, care au creat un joc mare între cele două piese conjugate, în interstițiul căruia a pătruns lichidul din puț și a produs eroziunea. Întregul proces de coroziune—eroziune a fost accelerat de eforturile repetate de tracțiune la care a fost supusă garnitura cu ocazia diferitelor marșuri efectuate. Efectul a fost distrugerea pieselor pînă la străpungerea peretelui așa cum se poate observa în fotografiile din figura 5.

Acest fel de coroziune este ușor de sesizat atît prin probe martor introduse în sonde, cît și prin analize repetate ale fluidelor extrase.

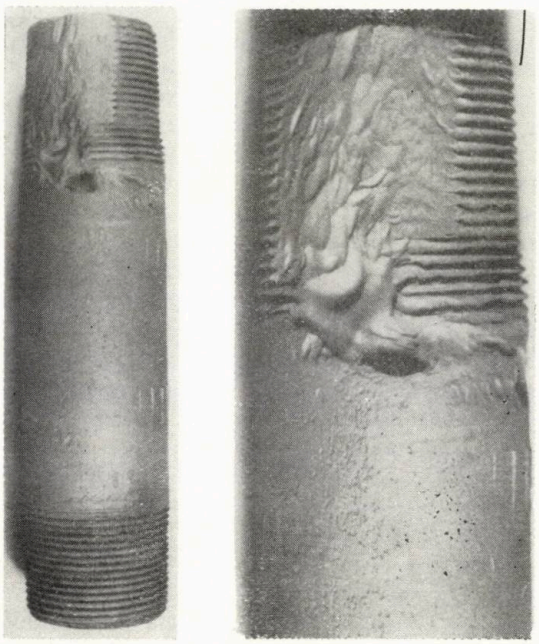
Acestea au fost doar cîteva exemple de modul cum se poate distruge materialul tubular ca urmare a unei coroziuni de suprafață, vizibilă, destul de periculoasă prin pagubele pe care le aduce, dar destul de ușor de combătut și de evitat prin utilizarea de inhibitori și bactericide adecvate, respectiv printr-o confecție îngrijită a pieselor și o alegere corespunzătoare a materialului.

Cu mult mai periculoasă este însă coroziunea de tip fragilizant cauzată de hidrogenul în stare născîndă pătruns în metal, întrucît ea este greu de detectat anterior avariei materialului atacat. Ea nu trebuie să fie confundată cu coroziunea despre care s-a vorbit mai înainte, care fiind urmarea unui atac chimic, se manifestă prin pierdere de metal și ciupituri; fragilizarea este un fenomen metalurgic, structural la care sînt supuse fără excepție toate oțelurile cu duritate mai mare decît H.R.C. 20—25, cînd lucrează într-un mediu contaminat cu urme de H_2S. Este cazul materialului tubular utilizat la sondele de mare adîncime la care condițiile deosebit de grele au făcut ca materialul tubular confecționat din oțelurile convenționale grad D, E, H, J, K cu care industria petrolieră a lucrat mulți ani și care sînt sub limita critică de duritate indicată mai sus, să devină necorespunzătoare.

Pentru astfel de sonde a fost necesar achiziționarea și utilizarea de oțeluri mai superioare cu o rezistență mecanică sporită din grupa oțelurilor grad P și anume P—105 pentru prăjini de foraj și țevi de extracție și P—110 pentru



a)



b)

c)

Fig. 5

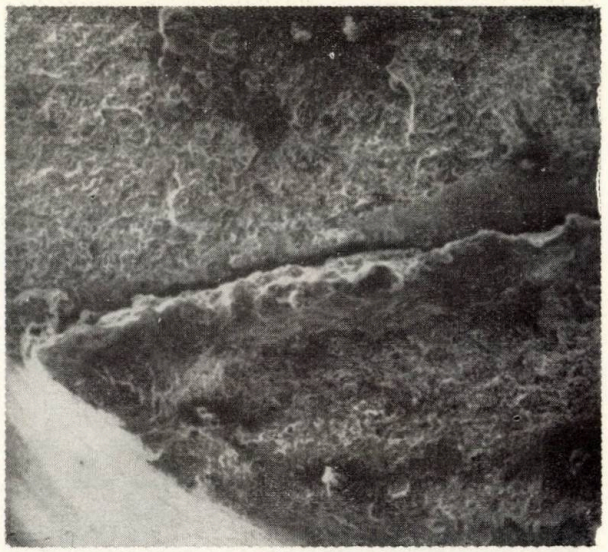
burlane. Aceste oţeluri intră în grupa oţelurilor de mare rezistenţă, ele suportă eforturi mari de lucru dar, ca urmare a structurii cristaline, sînt puţin sau de loc ductile şi, ca atare, sînt expuse proceselor de fragilizare cînd lucrează în mediu cu H_2S, fragilizare care se manifestă prin reducerea rezistenţei, a plasticităţii şi prin ruperea bruscă fără deformaţii sau pierderi de greutate, la sarcini mult inferioare sarcinilor normale de rupere. Întrucît problema coroziunii şi fragilizării materialului prin hidrogen sulfurat este o problemă de mare actualitate, şi la punerea în producţie a unor sonde de mare adîncime a stînjenit în aşa măsură încît a fost necesară oprirea unor sonde pînă la definitivarea cercetării şi stabilirea de măsuri eficace pentru combaterea coroziunii, se consideră necesar ca foarte pe scurt să se expună mecanismul acestui fenomen.

La sondele de mare adîncime mediul corosiv înseamnă în primul rînd prezenţa H_2S în asociaţie cu apa şi CO_2 în condiţii speciale de temperatură, presiune şi efort. H_2S în absenţa umidităţii este de fapt un gaz inofensiv, fără efecte speciale asupra metalelor. În prezenţa apei el devine însă un agent extrem de corosiv şi chimic activ. Cu privire la proveniența lui, din literatura de specialitate s-a reţinut că poate fi un component al hidrocarburilor din fluidul extras sau că poate fi un produs al bacteriilor reducătoare de sulfat prezente la puţ sau în formaţiune. Dar oricare ar fi proveniența, important este faptul că, urme de H_2S pot produce fisurarea prematură a materialului tubular. Explicaţia acestui fenomen în forma cea mai simplificată se bazează pe proprietatea de difuziune a atomului de hidrogen în structura cristalină a oţelului. Din reacţia care are loc între H_2S, apă şi fier rezultă sulfură de fier şi hidrogen în stare născîndă. Sulfura sub formă de crustă se depune pe suprafaţa metalului, în timp ce hidrogenul difuzează în metal şi se acumulează în reţeaua cristalelor. Adevărata deteriorare are loc atunci cînd doi atomi de hidrogen se întîlnesc în interiorul oţelului şi se combină pentru a forma o moleculă de hidrogen. Cum însă volumul moleculei de hidrogen este de aproximativ 20 ori mai mare decît atomul de hidrogen, în punctele de formare în oţel se creează tensiuni interne atît de mari, încît poate produce o separare fizică în interiorul cristalelor oţelului.

La oţelurile ductile, cazul oţelurilor grad D, J, H, K cu limita de curgere 28—38 kgf/mm^2, separarea, respectiv fisurarea materialului nu are loc sub presiunea hidrogenului deoarece reţeaua cristalină este elastică. Aceste oţeluri nu sînt în general afectate de prezenţa hidrogenului sulfurat. În schimb oţelurile de mare rezistenţă, oţelurile grad P sau S, V şi unele chiar grad N cu limită înaltă de curgere min 73,8 kgf/mm^2, fiind lipsite de ductibilitate, sînt casante şi ca atare cedează uşor la tensiunile interne provocate de hidrogen cu consecinţa fisurării, respectiv ruperii lor fără deformaţii. Rezultatele acestei fragilizări sînt cu atît mai periculoase, s-ar putea spune chiar dramatice, cu cît fisurile fiind inter- sau transcristaline se formează în masa metalică şi nu pot fi observate la o examinare macroscopică. Pierderea în greutate a materialului este nesesizabilă, în schimb coroziunea locală este foarte adîncă. Dacă odată cu pătrunderea atomilor

de hidrogen în masa de metal piesa respectivă este supusă şi unei sarcini, mai ales de tracţiune, viteza de difuziune a hidrogenului în metal creşte şi va creşte cu atît mai mult, cu cît oţelul este mai puţin ductil şi gradientul de

a)



b)

Fig. 6. Fisuri adînci. Oţel grad P—105 cu $\sigma_{0,2}$ = 97 kgf/mm²

sarcină mai mare. Aceasta se explică prin aceea că sub efectul sarcinii respective se formează dislocări în reţeaua cristalină care dau posibilitatea drenării hidrogenului către zona de acumulare.

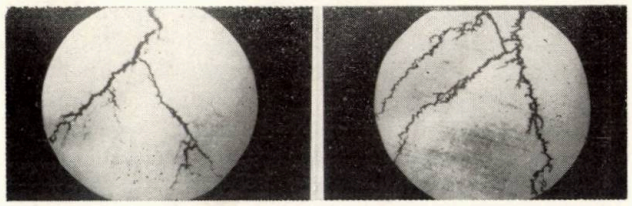


Fig. 7. Aspectul microscopic al microfisurilor ramificate pornind de la o ciupitură invizibilă pe suprafaţa probei.

În fotografia din figura 6 se prezintă aspectul microscopic al unor fisuri produse de hidrogenul difuzat în oţel, obţinut în încercări de coroziune fisurantă executate în laborator pe probe de oţel grad P—105 şi P—110, utilizînd ca mediu corosiv o apă sărată (10% NaCl + 0,5% $MgCl_2$) saturată cu H_2S şi CO_2. În cazul în care probele au fost pretensionate fisurile au apărut mult mai pregnant şi ramificat, iar la adăugarea de acid acetic mediului corosiv ele s-au accentuat şi înmulţit.

Un aspect este redat în fotografiile din figura 7 pentru probe pretensionate la sarcini de 80% din valoarea limitei de curgere.

Menţionăm că acidul acetic, adăugat soluţiilor de acidizare în scopul menţinerii fierului în soluţie, în cazul utilizării într-un mediu contaminat cu H_2S, catalizează reacţia de formare şi pătrundere a hidrogenului în oţel cu rezultatul arătat mai sus. Acelaşi efect îl produce de altfel şi As_2O_3 adăugat ca inhibitor.

Ruperea materialelor în această situaţie se face brusc fără deformaţie, întrucît tenacitatea materialului, concretizată prin valoarea gîtuirii lui, este foarte mică ceea ce face ca rezistenţa materialului la rupere să scadă puternic. Aspectul unei astfel de ruperi casante este redat în fotografia din figura 8.

Cu totul altfel se prezintă situaţia în cazul oţelurilor ductile, adică cu limita de curgere sub 60 kgf/mm². La încercările efectuate cu oţeluri C—75 sau N—80 r în condiţii similare cu acelea pentru oţelul P—105 sau P—110 au condus la ruperi ductile fără fisuri. În fotografia din figura 9 se arată astfel de aspecte.

Şi stabilitatea în timp a oţelurilor ductile într-un mediu contaminat cu H_2S este mult mai mare. La încercările efectuate în laborator, epruvete din astfel de oţeluri nu s-au rupt nici după 200 ore de încercare, pe cînd cele

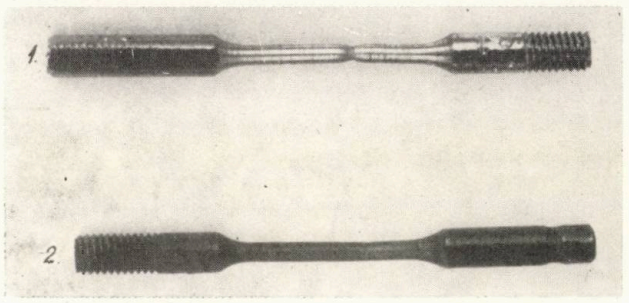


Fig. 8. *1* — Material P — 105 — nefragilizat; *2* — material P—105—fragilizat.

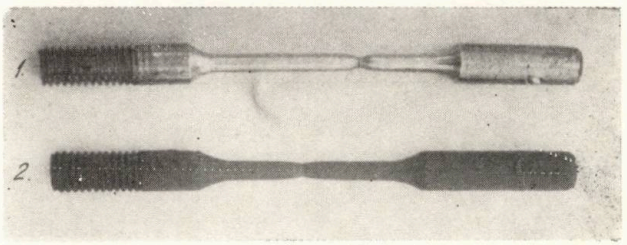
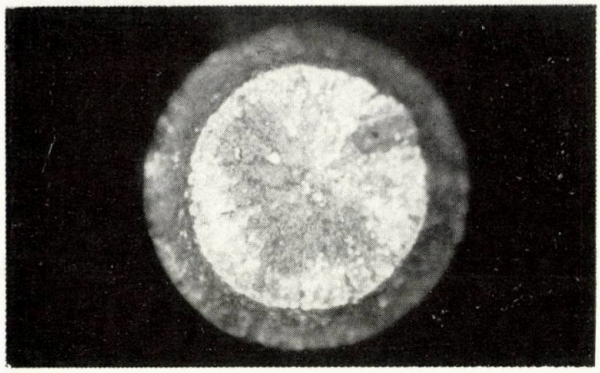
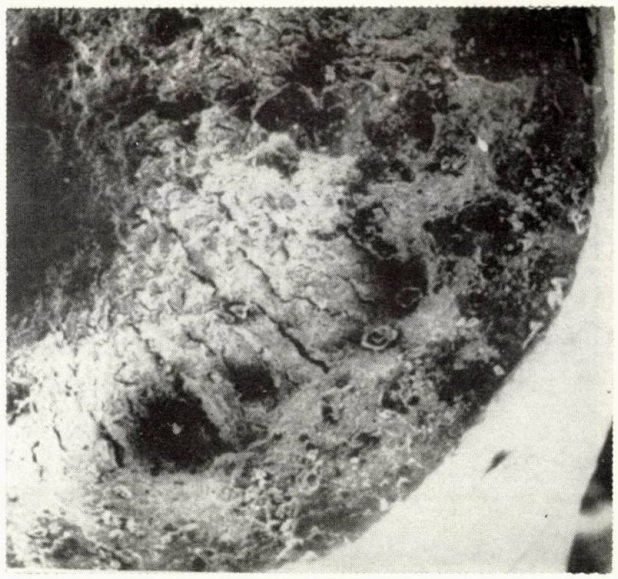


Fig. 9. Rupere ductilă — Oţel N 80 r $\sigma_{0,2}$ = 58 kgf/mm²: *1* — material nefragilizat; *2* — material după fragilizare.

din oţelurile de mare rezistenţă s-au rupt şi după 8 minute. Aceasta este o dovadă că în cazul oţelurilor de mare rezistenţă sînt suficiente cantităţi extrem de mici de hidrogen absorbit pentru a le fisura, pe cîtă vreme la oţelurile ductile pentru acelaşi efect ar fi nevoie de can-



a)



b)

Fig. 10 Aspectul suprafeţelor de rupere a probelor de oţel N 80 r pretensionate cu 80% din $\sigma_{0,2}$.

tităţi de hidrogen absorbit mult mai importante. Faţă de cele arătate, rezultă că utilizarea de oţeluri de mare rezistenţă în sonde cu fluide contaminate cu H_2S este riscantă. În astfel de cazuri este imperios necesar să se folosească oţeluri cu rezistenţe dar şi cu ductibilitate înaltă, soluţie la care fabricanţii au ajuns prin aplicarea de tratamente termice speciale. Astfel s-a elaborat în străinătate în Statele Unite şi în R.F. a Germaniei oţelul grad C—75 introdus şi în norma specială API—5 AC; iar în Franţa pentru condiţiile speciale din şantierul Lacq s-a elaborat oţelul N 80 r neintrodus încă în normele API.

Oţeluri C—75 cu limita de curgere 52,7 kgf/mm² şi N 80 r cu limita de curgere 56 kgf /mm² sînt utilizate acum şi la noi la sondele de mare adîncime. Laboratorul nostru urmăreşte direct la sonde comportarea acestor oţeluri prin probe martor.

Trebuie de arătat însă că dacă aceste oţeluri sînt rezistente la acţiunea fragilizantă a H_2S ele nu prezintă o rezistenţă mai mare la coroziunea chimică ca celelalte oţeluri grad P sau K, J, H etc. Pierderea de metal şi ciupiturile nu se reduc prin nici un tratament termic. Ele pot fi simţitor reduse folosind oţeluri înalt aliate cu circa 12% Cr şi 9% N sau folosind inhibitori. Cum prima soluţie nu este încă realizabilă şi în cazul în care ar fi ar face ca protecţia să fie prea scumpă, soluţia de urmat este cea de-a doua cu condiţia de a adapta inhibitorul condiţiilor specifice ale sondelor respective şi de a urmări eficacitatea lui.

II. Realizări şi tendinţe în domeniul exploziilor nucleare în zăcămintele de hidrocarburi

Gh. I. Peteu

Utilizarea exploziilor nucleare a constituit un subiect larg dezbătut la Congresul al VIII-lea al petrolului. Aplicarea exploziilor nucleare în zăcămintele de hidrocarburi s-a experimentat în S.U.A. în cadrul Programului PLOWSHARE, şi în U.R.S.S. în cadrul unui program al industriei extractive de ţiţei şi gaze. Astfel de lucrări experimentale s-au efectuat începînd din anul 1967, atît la zăcăminte de gaze (programele GASBUGGY şi RULISON, S.U.A.), cît şi la zăcămintele de ţiţei, (U.R.S.S.).

Experimentările în cadrul programului RULISON

Lucrarea prezentată la congres [6] a expus aspecte legate de modul în care s-a desfăşurat explozia nucleară experimentală la zăcămintele de gaze naturale Rulison, cu unele date asupra efectelor exploziei, observate într-o perioadă de circa 20 de luni de la operaţie.

Situaţia geologică şi tehnica experimentării

Zăcămîntul Rulison de tip lenticular este format din gresii compacte cu porozităţi şi permeabilităţi foarte reduse.

În programul experimentării s-a prevăzut detonarea încărcăturii nucleare la adîncimea de 2 800 m într-o sondă (Re) plasată la distanţa de circa 100 m de sonda de extracţie (Rex). Pentru introducerea încărcăturii s-a săpat o sondă tubată cu o coloană combinată de 16 şi 14 3/4 in. La circa 11 m de la talpa sondei s-a plasat un manşon conţinînd carbură de bor (B_4C_3) în scopul absorbţiei neutronilor proveniţi de la materialul fisionabil.

Încărcătura, introdusă într-o carcasă cu diametrul de 220 mm şi lungimea de 4,5 m, a fost lansată în sondă cu ajutorul unui cablu multiconductor cu diametrul de 17,5 mm. În zonele inferioară şi superioară încărcăturii s-au creat medii de buraj din ciment şi pietriş.

La o distanţă de circa 100 m de sondă Re, s-a săpat o sondă de extracţie Rex, a cărei gaură de la 2 150 m a fost deviată lateral, pentru a întîlni partea superioară a cavernei produse de detonarea încărcăturii nucleare în sonda Re (fig.8). La 11 luni după explozie, prin gaura deviată s-a pătruns în cavitatea exploziei, ultimul interval de circa 100 m fiind săpat fără circulaţia fluidului de foraj (cu pierderi de fluid în strat).

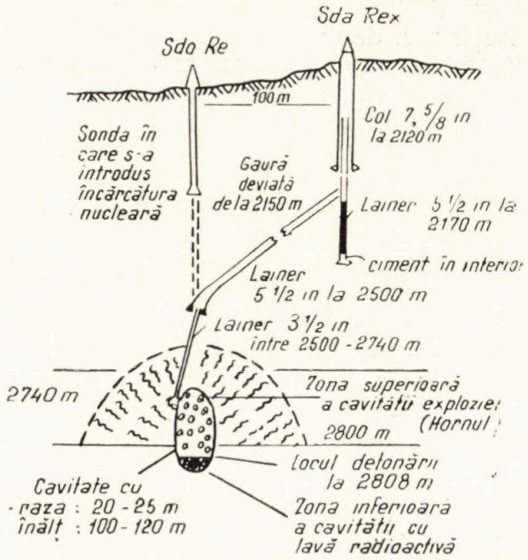


Fig. 8. Prezentare schematică a zonei de experimentare la zăcămîntul Rulison. Re — sonda experimentală în care s-a produs detonarea încărcăturii nucleare.

În gaura deviată s-a tubat pînă la 2 500 m un lainer de 5, 1/2 in cimentat şi apoi alt lainer de 3,1/2 in pînă la 2 740 m, prevăzut cu packer de producţie (fig. 8).

Pentru testarea efectelor exploziei asupra zăcămîntului de gaze, la instalaţia de producţie de la gura sondei s-a adaptat un sistem complet de măsurare şi înregistrare a debitului, presiunii şi temperaturii fluidului extras, precum şi a nivelului de radioactivitate.

Schema ansamblului instalaţiei de producţie cu elementele de măsurare a parametrilor menţionaţi este redată în figura 9.

Efectele exploziei asupra zăcămîntului (determinate şi preliminate)

Informaţiile asupra efectelor exploziei nucleare în zăcămîntul de gaze se referă la un interval scurt de timp (circa 10 luni), întrucît probele de producţie au început după 11 luni de la detonarea încărcăturii nucleare. Există totuşi

o serie de date de producție și rezultate de măsurători care pot crea o imagine generală și pe baza cărora se pot face estimări și preliminări cu privire la efectele exploziei nucleare asupra zăcămîntului de gaze Rulison.

Date înregistrate imediat după explozie

Determinările făcute prin intermediul geofonilor plasați la suprafața solului au indicat prezența zgomotelor în intervalul de timp de 480—150 s, iar seismometrele timp de 9 ore după detonare. Datele monitorului seismic sînt bine corelate cu prevederile rezultate din calcule.

După 138 de ore de la explozie, presiunea la capul sondei era de 28 at. După 3 luni s-a ridicat la 175 at, la talpa sondei corespunzînd o presiune de 205 at.

Înregistrări după explozie. Testările la sonda afectată de explozia nucleară după punerea în producție au urmărit cunoașterea :

— debitului de gaze și conținutul în radioactivitate al acestora, calcularea cavernei și a volumului fracturilor ;

— gradului de fisurare, mărirea permeabilității sistemului zăcămînt-fisură.

Din datele înregistrate rezultă că temperatura la adîncimea de 2 750 m a fost de 220 °C ; pe această bază, prin extrapolare, s-a estimat temperatura de la baza cavității produse de explozie, de peste 500°C.

S-a apreciat la 1 200 m³ volumul de apă rezultat din efectul exploziei, fapt confirmat și prin analize de salinitate a apei extrase (de la 30 000 p. p. m. salinitatea s-a redus la 40—50 p. p. m.).

În primele etape ale investigării s-a extras cantitatea de circa 6 mil. m³ gaze cu compoziția de bază : CH_4—30 %, CO_2—46 % și H_2—15 %. Pe parcurs s-a observat creșterea cantității de metan și reducerea hidrogenului și a bioxidului de carbon, odată cu scăderea greutății specifice a gazului.

În ceea ce privește radioactivitatea gazului, analiza probelor a indicat prezența radioelementului tritiu (ca metan tritiat și apă tritiată). S-a stabilit că radioactivitatea gazului extras s-a ridicat numai pînă la 1/4 din nivelul prevăzut inițial, urmare a prezenței ecranului cu carbură de bor plasat în jurul coloanei în dreptul încărcăturii nucleare.

În continuare se prezintă comparativ datele obținute cu un alt experiment de stimulare nucleară, efectuat în cadrul programului GASBUGGY, realizat anterior.

Compararea acestor date ilustrează diferențe în radioactivitatea gazelor, datorită faptului că în cazul programului Rulison intrarea în cavernă s-a făcut la 11 luni după explozie, cu consecințe directe asupra prezenței radionuclizilor de viață scurtă.

Date caracteristice	Programe	
	RULISON	GASBUGGY
Tritiu		
Total activitate (inițial), Ci	1 100	2 400
Concentrație, pCi/cm³	175	700
Krypton 85		
Total activitate (inițial), Ci		
Concentrație, pCi/cm³	960	370
Alte date	150	110
Adîncimea sondei, m		
Diametrul coloanei, mm	2 530	1 300
Puterea încărcăturii, Kt	273	508
Diametrul tubului conținînd explozivul nuclear, cm	40	20
Natura materialului de buraj	22,9 nisip sec (pietriș)	44,4 nisip + ciment (în strate alternante)
Data operațiilor	sept. 1969	dec. 1967

Analizele radiochimice de laborator efectuate pe eșantioane de gaze prelevate în cursul testărilor au furnizat informații asupra cantității și tipului radioactivității prezente în gaze, precum și schimbările intervenite, corelate cu timpul, la debitul și producția cumulativă.

Estimări asupra stimulării producției

Pe baza datelor inițiale de producție deduse din primele testări efectuate pe zăcămîntul Rulison s-a urmărit crearea unei imagini extrapolate a eficienței stimulării nucleare în compa-

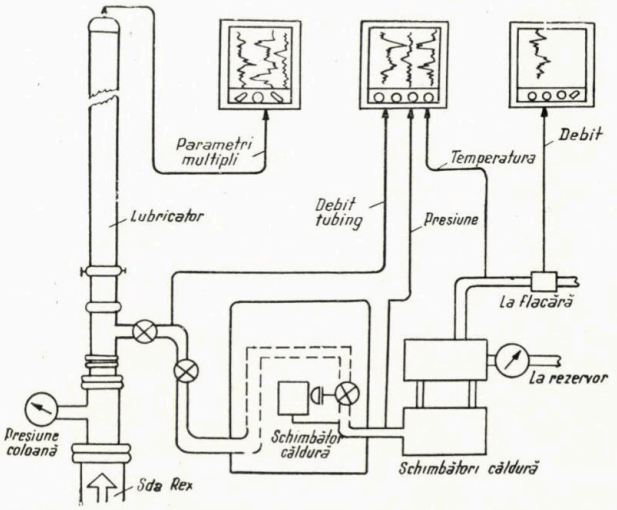
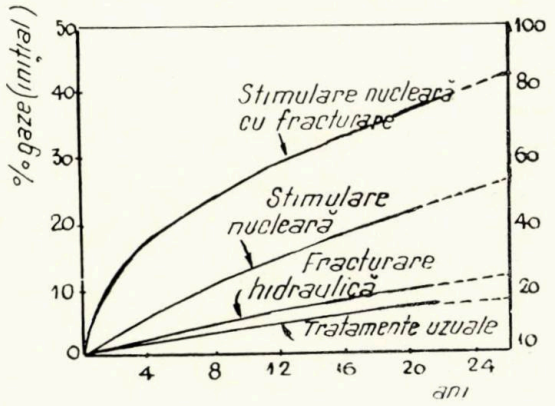


Fig. 9. Schema instalației de producție cu sistemul de măsurare și înregistrare a debitului, a presiunii, a temperaturii și a nivelului de radioactivitate.

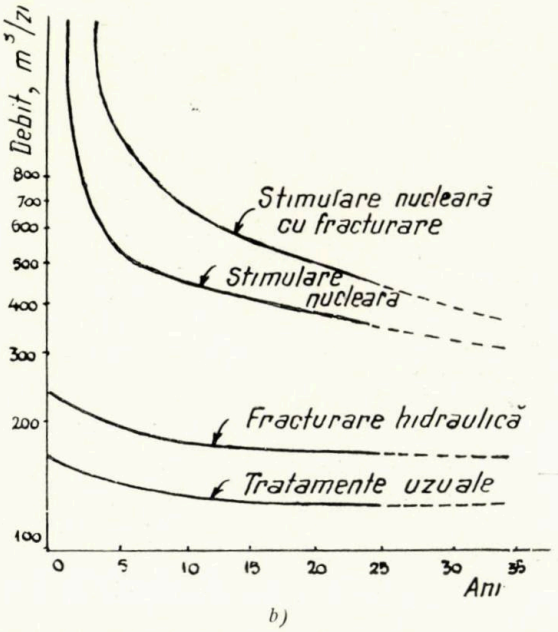
rație cu alte metode aplicate, în vederea creșterii productivității sondelor și măririi recuperării gazului prin posibilitatea valorificării rezervelor situate în colectoare foarte puțin permeabile. Datele din figura 10 [8] permit aprecieri comparative asupra posibilităților metodelor convenționale combinate sau nu cu

fracturare hidraulică şi ale stimulării nucleare, de asemenea, combinată sau nu cu fisurarea hidraulică.

În figura 10 a se prezintă desfăşurarea factorului de recuperare în paralel cu producţia



a)



b)

Fig. 10. Imagine ilustrînd efectele practice ale stimulării nucleare în comparaţie cu metodele clasice convenţionale: *a* — efecte materializate în creşterea producţiei şi mărirea factorului de recuperare; *b* — efecte materializate în creşterea debitului de gaze.

cumulativă, pe o perioadă de 25 ani, în patru situaţii:

— exploatare în condiţii convenţionale, fără stimulare (1);

— exploatare cu fracturare hidraulică (2);

— exploatare cu stimulare nucleară, fără fracturare hidraulică (3);

— exploatare cu stimulare nucleară şi fracturare hidraulică (4);

Se remarcă valorile crescute ale producţiei de gaze în urma stimulării nucleare care, într-o perioadă de 10 ani, devin de două ori mai mari iar în 20 de ani, de patru ori mai mari, în comparaţie cu metodele clasice.

Figura 10 b, ilustrează, pentru aceleaşi metode de extracţie, fără stimulare şi cu stimulare, valoarea debitului zilnic de extracţie desfăşurat pe o perioadă de 35 de ani. Se observă şi în acest caz valorile mari ale debitului de extracţie în cazul aplicării stimulării prin explozii nucleare combinate cu fisurarea hidraulică.

Lucrări experimentale efectuate în U.R.S.S.

În lucrarea [8] se prezintă informaţii asupra experimentărilor din domeniul stimulării nucleare efectuate la două zăcăminte de ţiţei din U.R.S.S.

Principalele obiective ale acestor experimentări au fost următoarele:

— obţinerea de informaţii cu privire la efectul exploziilor nucleare asupra zăcămintelor de ţiţei din punct de vedere mecanic — crearea de fisuri în colector; caloric — efectul temperaturii asupra fluidelor din subteran; radioactiv — valoarea nivelului de radioactivitate a fluidelor din zăcămînt;

— obţinerea de informaţii cu privire la influenţa efectelor exploziei subterane asupra construcţiilor şi echipamentelor subterane plasate în vecinătatea (interferenţa) zonei exploziei;

— studiul posibilităţilor de stimulare nucleră a producţiei zăcămintelor de ţiţei, corelate cu implicaţiile exploziei asupra condiţiilor de exploatare.

Experimentul la zăcămîntul A

Caracteristicile geologice şi de exploatare ale zăcămîntului sînt următoarele:

— tip cupolă, cu grosimea maximă de 500 m, adîncimea de 1 500—1 000 m (fig. 11);

— roci carbonatice (calcar) cu porozitatea de 0,5— 30% şi permeabilitatea de 3—100 md;

— temperatura stratului, 23 °C;

— presiunea iniţială de strat la contactul apă-ţiţei (—1,205 m) în jur de 140 at, în timpul exploatării scăzînd, la 44 at;

— debitul de producţie de 3—5 şi 150—200 t ţiţiei 24 ore;

— densitatea ţiţeiului: 0,849—0,859g/cm³ la 20 °C;

— conţinutul în sulf: 6%;

— raţia de gaze: iniţială 110 de m³/t, iar la momentul operaţiei experimentale de 400 m³/t zăcămîntul era în producţie de 7 ani.

Operaţia experimentală constă în efectuarea a trei explozii la trei sonde situate la 200 m distanţă una de cealaltă (cu detonarea încărcăturilor nucleare în două etape):

— **Prima etapă**; două încărcături de 2,3 kt fiecare, plasate în două sonde la 1 340 şi 1 378 m adîncime (explozie simultană).

— **A doua etapă**; o încărcătură de 8 kt la adîncimea de 1 350 m într-o sondă plasată între

cele două sonde la care s-a efectuat explozia simultană.

Efectele determinate și apreciate

Efectele exploziei nucleare au fost urmărite prin intermediul parametrilor fizici și de producție ai zăcămintelor (temperatură, presiune, debit de producție, rație de gaze, conținut de impurități, nivel de radioactivitate etc.) determinați la un număr de 20 de sonde de pe structură.

S-a observat prezența efectului exploziei nucleare subterane pe o rază de 300—470 m de epicentrul exploziei, cu consecințe pozitive asupra producției considerate pentru un timp de exploatare de patru ani, manifestate prin (fig. 12 a):

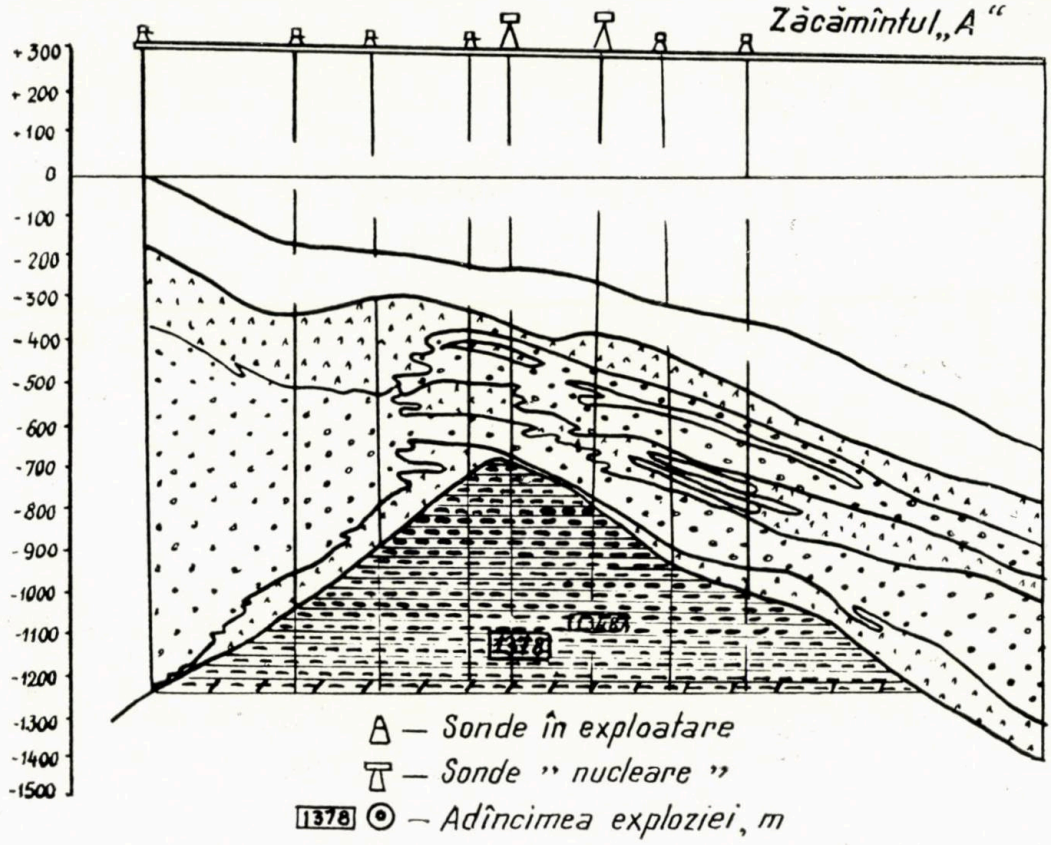
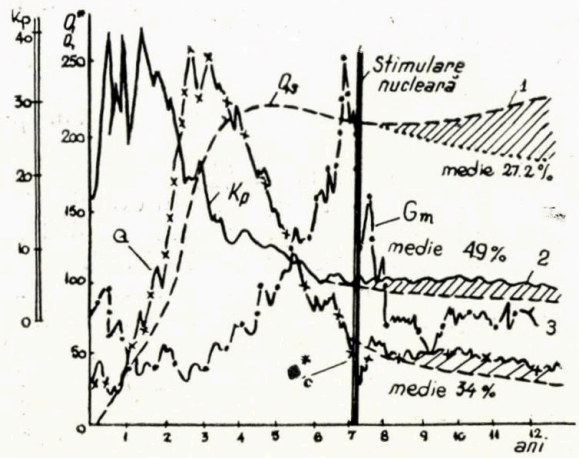


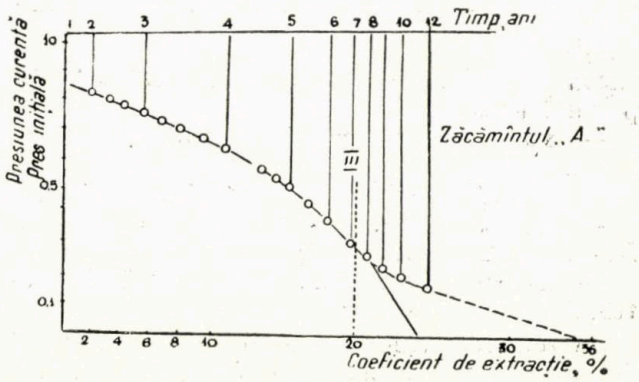
Fig. 11. Imagine schematică asupra zăcămîntului A cuprinzînd o secțiune prin sondele de producție și experimentale.

— creșterea producției specifice a zăcămîntului (1) în medie de 27% și a producției medii a sondelor (2) în medie cu 49%;

— creșterea producției lunare de țiței a zăcămîntului (3) în medie cu 34%;



a)



b)

Fig. 12-a. Imagini ilustrînd comportarea zăcămîntului A în urma stimulării nucleare : b, Variația în timp a factorului de recuperare în funcție de presiune la zăcămîntul A.

1 — producția specifică a zăcămîntului ; *2* — producția medie a sondei t/zi ; *3* — factorul de gaze (mediu), m^3/t.

— creşterea coeficientului de extracţie (recuperare) de la 24% prevăzut înainte de stimularea nucleară la 34% extrapolat după stimularea nucleară (fig. 12 b).

Experimentul la zăcămîntul B

Caracteristicile geologice şi de exploatare ale acestui zăcămînt sînt schiţate mai jos:

— zăcămînt de tip masiv, stratificat, cu grosimea cuprinsă între 120 şi 200 m, la adîncimea 1 000—1 200 m;

— roci carbonatice, cu porozităţi cuprinse între 0,5 şi 24% şi permeabilităţi de 0,1—600 md;

— sub zona productivă se găsesc calcare şi dolomite cu grosimi de 160—200 m;

— presiunea iniţială a zăcămîntului la contactul apă-ţiţei a fost 118 at pe perioada exploatării scăzînd la 22—35 at;

— raţia de gaze la punerea în producţie: 24 m^3/zi.

Obiectivele operaţiei experimentale au avut în vedere următoarele aspecte:

— obţinerea unui volum cît mai mare de informaţii cu privire la relaţiile posibile între efectul exploziilor nucleare şi parametrii de exploatare ai zăcămîntului;

— producerea de noi fisuri în zonele cu calcare slab fisurate.

Exploziile nucleare subterane s-au efectuat în două sonde la o distanţă de 1 200 m una de alta; la una din sonde încărcătura s-a plasat la adîncimea de 1 212, m, iar la cealaltă la 1 208 m, respectiv la 140—144 m de acoperişul stratului productiv (fig. 13).

Rezultatele experimentărilor

Din datele obţinute în urma experimentărilor efectuate la zăcămîntul B, determinate timp de un an în două etape, rezultă următoarele consecinţe principale:

— creşterea coeficientului de producţie a sondelor de 1,3—1,6 ori, la distanţa de 150—800 m de epicentrul exploziilor nucleare.

— mărirea reţelei de fisuri a colectoarelor carbonatice.

— radioactivitatea ţiţeiului extras nu a depăşit limitele acceptate, astfel încît nu au intervenit probleme în procesul de depozitare, transport, prelucrare în rafinării, deci la valorificarea produselor.

În figura 14 se prezintă diagrama indicatoare a producţiei la două sonde de extracţie aflate sub efectul exploziei nucleare, în condiţiile următoare:

a) sonda I, la o distanţă de 150—900 m de epicentrul exploziei;

b) sonda II, la o distanţă de 750—1 770 m de epicentrul exploziei.

În imagine este prezentată comportarea celor două sonde după 2 luni (2) şi un an (3) de la stimularea nucleară, în comparaţie cu situaţia dinaintea stimulării (1).

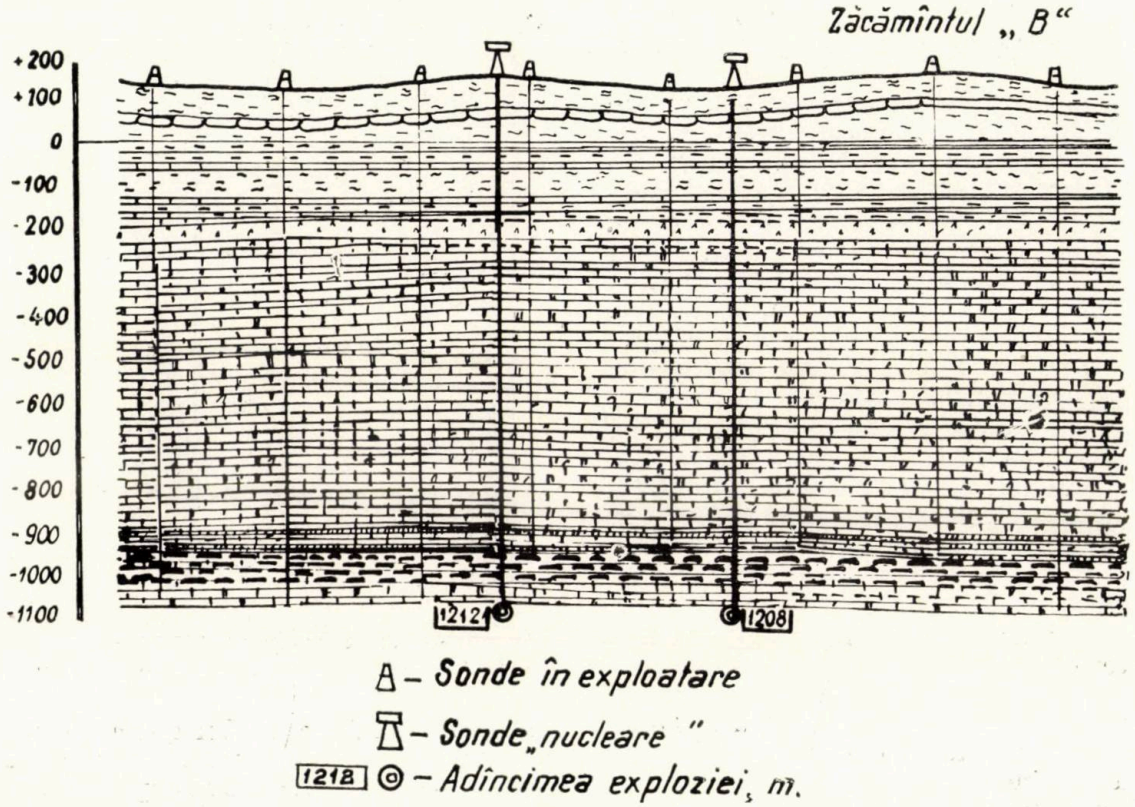


Fig. 13. Imagine schematică asupra zăcămîntului B, cuprinzînd o secţiune prin sondele de producţie şi experimentale.

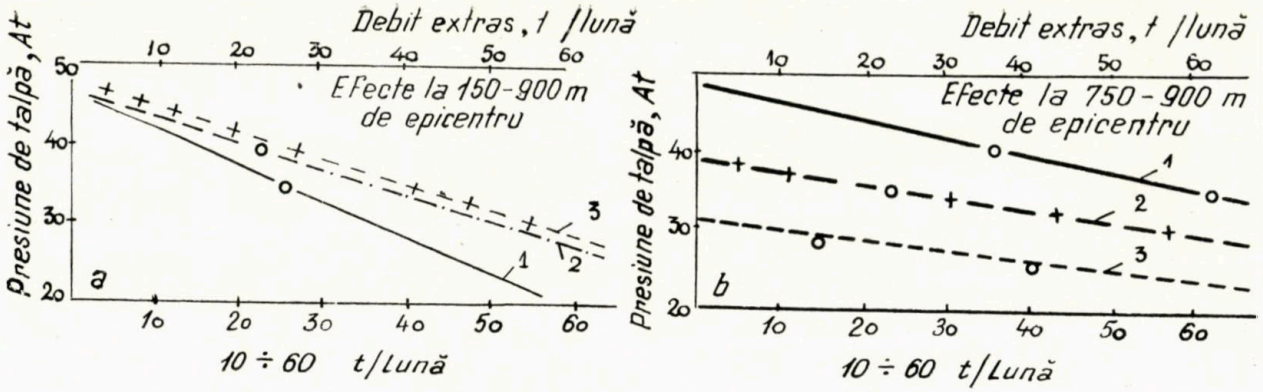


Fig. 14. Diagrame indicatoare de extracţie la zăcămîntul B:
1 — înainte de stimulare; *2* şi *3* — după stimulare la interval de 2 luni şi respectiv de 1 an.

Se observă efectul pozitiv al stimulării nucleare în cazul sondei I, aflată în zona de 150—900 m de epicentrul exploziei, manifestat prin menţinerea presiunii de talpă la debite ridicate.

S-a măsurat nivelul de radioactivitate a ţiţeiului extras din imediata vecinătate a zonei de explozie. La o lună după explozie s-a determinat prezenţa gazelor inerte Xe^{133} şi Kr^{85} în gaura de sondă la o distanţă de 100—150 m de suprafaţă, la un nivel de radioactivitate de $6-10^{-8}$ Ci/litru; după trei luni nivelul de radioactivitate a scăzut la 1.10^{-8} Ci/litru. În sondă, la 40 m de suprafaţă, s-a determinat Kr^{25} şi Cs^{137}, la concentraţii de 1.10^{-9} Ci/l, la intervale de doi şi de patru ani după explozie.

Explozii nucleare subterane aplicate la combaterea erupţiilor libere de gaze naturale

Cu ocazia lucrărilor congresului a fost proiectat un film ştiinţific de scurt metraj în care s-a ilustrat aplicarea în U.R.S.S. a unei explozii nucleare subterane la oprirea unei erupţii de gaze, cu formarea de cratere la suprafaţă.

Principalele cadre ale filmului s-au referit la săparea sondei dirijate pînă la apropierea zonei de influenţă a sondei în erupţie, plasarea încărcăturii nucleare în sonda dirijată şi producerea exploziei nucleare prin intermediul căreia s-a închis calea erupţiei.

Erupţia s-a produs la adîncimea de 2 743 m. S-a încercat folosirea metodelor clasice de oprire a erupţiei, cu închidere la suprafaţă, dar presiunea ridicată şi debitul de 1—1,5 mil. m^3 gaze/zi au condus la formarea de cratere pe o zonă largă din vecinătate, iar gazul aprins arunca flăcări la 70 m înălţime în aer.

Deoarece s-a stabilit ca la intervenţia pentru rezolvarea erupţiei de gaze să se folosească încărcături nucleare, s-a săpat dirijat o sondă de intervenţie 10—N (fig. 15) şi s-au elaborat două proiecte de lucru în care s-a prevăzut utilizarea de încărcături nucleare în jur de 30 kt. Explozivul nuclear s-a plasat în sonda

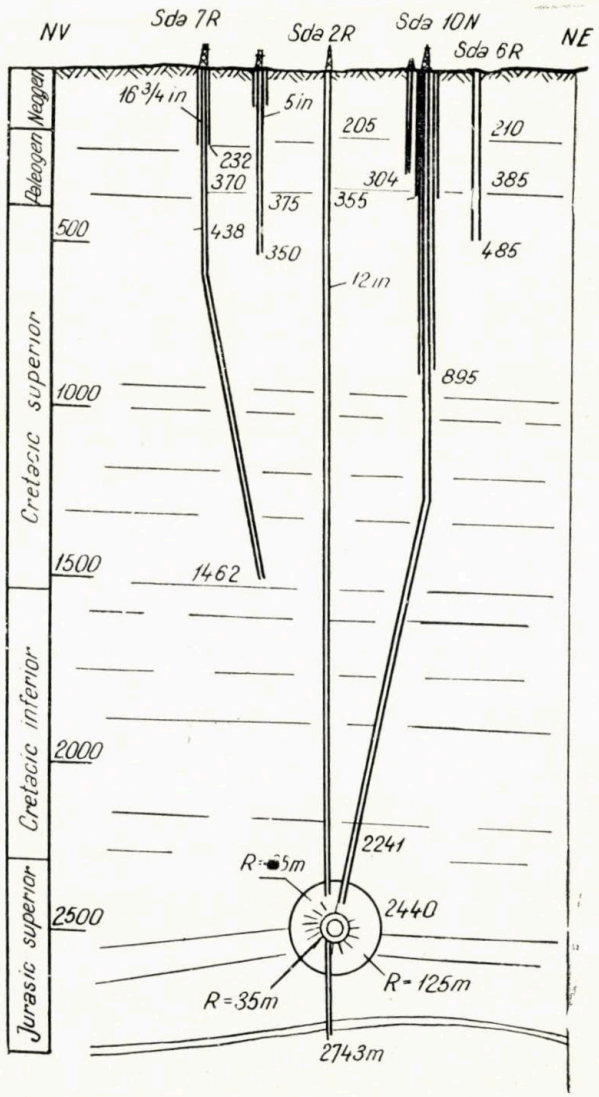


Fig. 15. Secţiune transversală prin zăcămîntul în care s-a efectuat explozia nucleară pentru oprirea erupţiei de gaze.

10 — N, iar intervalul din gaura de sondă de deasupra explozivului pînă la suprafaţă a fost închis cu ciment. Detonarea explozivului nuclear a produs opturarea canalelor prin care gazele

erupeau la suprafață, oprind astfel erupția acestora după cîteva zile de la explodarea încărcăturii nucleare în sonda 10 N.

Dezbaterile asupra referatelor

Stimularea nucleară a zăcămintelor petrolifere a suscitat un viu interes, discuțiile organizate separat pe această temă antrenînd numeroși participanți. Problemele ridicate în discuții s-au referit în principal la următoarele aspecte :

— preocupările de viitor privind efectuarea de explozii nucleare subterane pentru stimularea exploatării ;

— efectul exploziilor nucleare subterane de ordin mecanic (formarea de fisuri, canale), care să favorizeze curgerea fluidelor în zăcămînt) ;

— efectul exploziilor nucleare subterane asupra productivității sondelor ;

— elementele de ordin geologic care se au în vedere la proiectarea experimentărilor ;

— tendința de dezvoltare a exploziilor multiple, succesive ;

— interesul pentru exploziile nucleare simultane-multiple ;

— implicațiile de ordin economic ale stimulării nucleare.

Din răspunsul la întrebări și discuții rezultă următoarele aspecte principale :

— Atît în U.R.S.S., cît și în S.U.A. se prevede continuarea experimentărilor ; în U.R.S.S. este prevăzut să se realizeze un program de 50 operații experimentale.

— În Franța există de asemenea preocupări în domeniul exploziilor nucleare pentru depozitarea subterană a gazelor.

Din lucrările Celei de-a IV-a Conferințe pentru aplicațiile energiei nucleare în scopuri pașnice-Geneva, 1971 rezultă intenția Republicii Arabe Egipt de a aborda aplicarea stimulării nucleare la zăcămîntul de gaze de la Abu Gharadig. Acest zăcămînt , cu o suprafață în jur de 25 000 km^2, situat în partea de N—V a deșertului, este constituit dintr-un colector de tip capcană, cu gresii și marne grezoase cu porozitate și permeabilitate slabă și pentru care tratamentul de stimulare prin fracturare hidraulică cu acidizare nu obține efectul dorit.

Concluzii privind rezultatele experimentărilor de stimulare a explorării hidrocarburilor prin explozii nucleare

Efecte de ordin mecanic

Experiențele efectuate în condiții similare zăcămintelor de hidrocarburi au indicat formarea unei cavități, în urma exploziei, de formă cilindrică, cu înălțimea 60—120 m și diametrul de ordinul metrilor sau al zecilor de metri în funcție de mărimea încărcării explozive. Odată cu aceasta se formează și o rețea multidimensională de fisuri cu extindere laterală pe mai multe sute de metri.

Efecte de contaminare radioactivă

Efectul radioactiv al exploziilor nucleare se manifestă prin prezența radioelementelor T^3 și Kr^{85} (pentru gaze, sub formă de apă tritiată și compuși cu tritiu : HT, HTO, CH_3T, C_2H_5T, C_3H_3T), precum și Cs^{137} și Sr^{92} (în hidrocarburi). O concentrație puternică va apărea în cavitatea exploziei, iar contaminarea radioactivă, cu maximul de radioactivitate la baza cavității, se transmite în mod diferit fluidelor extrase în procesul de exploatare.

Radioactivitatea globală a fluidului extras a atins nivelul de $4 \cdot 10^{-3}$ μCi/l, considerat ca admisibil în regimul de stocare, transport și de prelucrare aplicat care nu ar aduce implicații în procesul de transport și prelucrare.

Ameliorarea producției

Primele rezultate privind stimularea zăcămintelor de țiței și gaze constituite sub forma rezervoarelor, cu indici de porozitate și permeabilitate foarte slabi, sînt considerate ca încurajatoare. S-a obținut o creștere a producției pentru sondele din apropierea epicentrului exploziei de circa 200—300% care se prevede în următorii ani la o medie de 30—60%, fapt ce ar permite să se prelimine o producție suplimentară care să asigure creșterea factorului final de recuperare cu valori pînă la 20—30% față de cel considerat inițial (în absența stimulării nucleare).

BIBLIOGRAFIE

6. Frank, G. V. The Nuclear Stimulation of a Natural Gas Reservoir Proiect Rulison(S.P.—3a).The Eighth World Petroleum Congress, Moscow, 1971.

7. * * *Symposium on Engineering with Nuclear Explosives, Las Vegas, Nevada, ian. 14—16, 1970.

8. Orudjev, C. A. Primenenie podzemnih iadernih vzrîvov dlea intensifikații mestorojdenii (C. D.—3b). VIII Mirnovoi Nefteanoi Kongress 1971, Moskva, 1971.

9. Cholet, A. Utilisation des explosifs nucleaires pour la production et le stockage des hydrocarbures. Côllonque de l'association de recherches sur les techniques d'exploitation du pétrole organisé a l'Institut Francais du Pétrole Paris, 7—8 iun. 1971.

Aspecte ale valorificării uleiului de călire de la o instalaţie de piroliză a benzinei

C. Ionescu şi Gh. Manea

În procesul de piroliză a benzinei pentru obţinerea olefinelor, gazele pirolizate sînt răcite cu un produs petrolier cu punct de fierbere înalt (ulei de călire), prin contactare directă într-o coloană.

Uleiul de călire are următoarele funcţii tehnologice :

— răceşte gazele pirolizate şi blochează reacţiile secundare ;

— preia din efluentul de reacţie hidrocarburile cu punct de fierbere ridicat şi cocsul antrenat din cuptorul de piroliză ;

— cedează căldura benzinei de alimentare a cuptorului prin intermediul unui schimbător de căldură, încheind astfel circuitul tehnologic.

Menţinerea constantă a proprietăţilor fizice ale uleiului de călire existent în circuitul de răcire se realizează prin introducerea motorinei proaspete în sistem şi îndepărtarea unei cantităţi de ulei.

Caracterizarea fizico-chimică a uleiului de călire şi găsirea unor posibilităţi de valorificare, altfel decît combustibil este o necesitate economică, ţinînd seama de faptul că excedentul de ulei reprezintă aproximativ a cincea parte din capacitatea instalaţiei de piroliză.

Anumite particularităţi ale compoziţiei uleiului de călire sînt determinate de natura materiei prime pirolizate şi de parametrii procesului de piroliză. Uleiul la care ne referim provine din piroliza unui amestec de benzine.

Recepturile de piroliză, pentru obţinerea cu preponderenţă a etilenei sau a propilenei, cuprind raporturi diferite între fracţiunile A, B şi C, temperatura de piroliză stabilită în intervalul 600—900°C, timpi de reacţie şi raport hidrocarbură : abur, variabili.

Indiferent de regimul cuptorului de piroliză, compoziţia uleiului de călire este relativ constantă, excedentul de ulei ce se îndepărtează din sistem este dependent de caracteristicile lui fizice şi îndeosebi de viscozitate. Uleiul este un amestec de hidrocarburi policiclice aromate, parafine, naftene, cocs etc., aşa cum se prezintă în tabela 2.

Domeniile de întrebuinţare (potenţiale) menţionate în literatura de specialitate :

— separarea alchiladamaţilor prin izomerizarea hidrocarburilor aromate triciclice din fracţiunea ce distilă sub vacuum pînă la 200 °C [1]. Alchiladamaţii constituie materii prime pentru medicamente, aditivi pentru lubrifianţii sintetici etc. ;

— aditivi pentru bitumuri, plastifianţi pentru PVC sau, prin prelucrare mai înaintată, se poate ajunge la naftalină ori la combustibili pentru motoare cu reacţie [2] ;

— materie primă pentru fabricarea negrului de fum [3].

În prezenta lucrare se încearcă prelucrarea uleiului de călire pentru a putea fi folosit ca materie primă la fabricarea negrului de fum prin procedeul furnal. S-a ales această cale asemănării compoziţiei uleiului de călire cu materiile prime folosite la fabricarea negrului de fum (creuzot de la cocsarea cărbunilor şi reziduuri de la solventarea motorinei).

O utilizare ca atare, aşa cum rezultă din fabricaţie, nu s-a putut accepta pentru uleiul de călire, deoarece :

— conţine cocs ce s-ar regăsi parţial ca grit în negrul de fum produs finit [4] ;

— existenţa fracţiunii de hidrocarburi nearomatice (provenită din motorină), care nu interesează tehnolgia negrului de fum [5] ;

— existenţa a circa 18% hidrocarburi instabile ce pot modifica structura negrului de fum, înrăutăţind proprietăţile acestuia [6,7].

Aceste neajunsuri impuneau o distilare a uleiului de călire, procedeu ce se regăseşte şi în tehnologia obţinerii negrului de fum la ameliorarea compoziţiei unor materii prime [8].

Distilarea sub vacuum s-a realizat pe o instalaţie de laborator. În prima variantă a lucrării s-au obţinut 15 fracţiuni de distilat, iar în varianta a doua numai o fracţiune.

În varianta I a lucrării cele 15 fracţiuni au distilat în intervalul 200—300 °C, pentru vîrful coloanei, şi 275—465 °C, pentru blazul coloanei. A fost trasată curba în procente reale de fierbere-densitate (tabela 1), iar fiecărei fracţiuni i s-a făcut o cromatogramă şi o analiză spectrală în IR şi UV.

Cromatografia în fază gazoasă (la 700 °C, într-un aparat Fractovap GT-200 Carlo-Erba, eluent azot, detector FID, coloană cu umplutură Cromosorb P şi fază staţionară ulei siliconic 301) a indicat, comparativ cu materia

TABELA 4

Caracterizarea fizică a fracţiunilor distilate

	cm^3 obţinuţi	% Volum distilate	Presiunea, mm Hg	Temperatura la vîrf coloană vid	Temperatura blaz la vid, °C	Temperatura corectată la vîrf, °C	Presiunea atm. la blaz	n_d^{20}	d_4^{20}
La temp. iniţială			10	80	138	200	275		
Fracţiunea 1	50	5	10	94	144	225	280	1,5669	0,918
Fracţiunea 2	50	10	9	105	150	235	290	1,5675	0,942
Fracţiunea 3	50	15	9	109	154	240	295	1,5695	—
Fracţiunea 4	50	20	9	114	156	250	298	1,5712	0,9640
Fracţiunea 5	50	25	9	121	160	255	301	1,5721	—
Fracţiunea 6	50	30	9	122	162	257	303	1,5733	0,9636
Fracţiunea 7	50	35	9	125	165	258	310	1,5725	—
Fracţiunea 8	50	40	9	133	177	265	320	1,5732	0,9650
Fracţiunea 9	50	45	9	143	185	285	332	1,5732	—
Fracţiunea 10	50	50	9	150	195	290	348	1,5750	0,9550
Fracţiunea 11	50	55	9	157	207	300	362	1,5810	—
Fracţiunea 12	50	60	9	165	219	310	375	1,5901	0,9638
Fracţiunea 13	50	65	9	174	233	321	385	1,6024	—
Fracţiunea 14	50	70	9	188	261	338	425	1,6112	0,9890
Fracţiunea 15	50	75	9	203	288	360	465	1,6116	—

TABELA 2

Analiza pe fractovap a fracţiunilor de ulei de călire

	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9	C_{10}	C_{11}	C_{12}	C_{13}	C_{14}	Separate în intervalul	H:C
Fracţiunea I			1,17	1,54	13,45	12,23	16,48	49,04	4,98	—	91 % C_9-C_{12}	1,20
Fracţiunea II		0,59	0,84	1,72	2,62	3,63	15,86	39,23	41,68	6,40	96 % $C_{11}-C_{13}$	
Fracţiunea III		0,84	0,35	0,07	0,79	5,41	9,33	35,52	43,97	—	80 % $C_{12}-C_{13}$	
Fracţiunea VI	1,70	1,69	3,07	0,06	0,13	1,34	6,62	33,93	33,24	27,75	93 % $C_{12}-C_{14}$	1,12
Fracţiunea VII	6,35	0,95	2,69	0,65	2,59	5,32	5,90	24,62	51,72	—	71 % $C_{12}-C_{13}$	
Fracţiunea XI	0,17	2,19	10,61	2,70	3,39	9,39	15,92	24,47	21,37	—	66 % $C_{10}-C_{12}$	
Fracţiunea XIII	8,00	8,53	6,11	5,65	4,13	3,89	11,12	17,21	32,16	3,21	60 % $C_{11}-C_{13}$	1,20
Ulei de călire	4,70	2,02	4,41	1,86	3,64	7,77	6,59	18,25	50,30	—	70 % $C_{12}-C_{13}$	
Materie primă de la fabricarea negrului de fum	2,72	2,29	3,25	2,20	6,30	4,17	5,54	66,05	7,09	—	73 % $C_{12}-C_{13}$	1,19

primă de la fabricarea negrului de fum, distribuţia pe număr de atomi de carbon a componenţilor fiecărei fracţiuni din distilat.

Temperatura relativ înaltă la care s-a făcut cromatografierea a dus şi la o piroliză parţială a hidrocarburilor. În tabela 2 se observă că pentru componenţii uşori C_5-C_8 nu sînt variaţii mari cantitative de la o fracţiune la alta, ceea ce arată un proces de piroliză slab al fracţiunilor (alura unei cromatograme este redată în figura 1).

Există însă o grupare, pe un interval mai restrîns de număr de atomi de carbon, care la o pondere procentuală aproximativ egală (70—90%) se deplasează de la C_9-C_{12} la fracţiunea 1 la $C_{11}-C_{13}$ la fracţiunea a 2-a, $C_{12}-C_{13}$ la fracţiunea a 3-a etc., optimul procentual situîndu-se la toate fracţiunile, inclusiv la uleiul de călire brut şi materia primă pentru negru de fum, între $C_{12}-C_{13}$.

O verificare prin DTA (analiza termică diferenţială) a procesului de degradare termică a uleiului de călire a arătat că în intervalul 340—371 °C apare primul maxim de pierdere în greutate (3,4%), al doilea apare la 558 ° (22,4%), iar al treilea după temperatura de 700 °C.

Spectrul în IR al fracţiunilor de distilat (alura curbei este redată în figura 2) nu aduce noutăţi în compoziţie). Sînt evidenţiate benzi de absorbţie caracteristice hidrocarburilor saturate normale (2 840—2 975 cm^{-1}), grupări CH_3 CH_2 la 1 370 şi 1 480 cm^{-1}.

Benzile de la 1 150, 1 370, 1 250, 1 220 şi 810 cm^{-1} atestă prezenţa unor grupări izopropil şi terţizobutil în izoparafine de diferite tipuri.

Spectrul indică în continuare prezenţa masivă a hidrocarburilor aromate (la 3 030, 1 600, 1 620–1 630 cm^{-1}); hidrocarburile aromate poli-

nucleare apar în domeniile 690—900 şi 1 000—1 150 cm^{-1}.

Banda intensă de la 1 600 cm^{-1} se datoreşte vibraţiilor —C=C— în duble legături conjugate.

Fracţiunea de vîrf are caracteristicile unei motorine, iar reziduul din blaz (caracterizat printr-o analiză de inel şi bilă de 140 °C) poate fi folosit ca liant la brichetarea prafului de

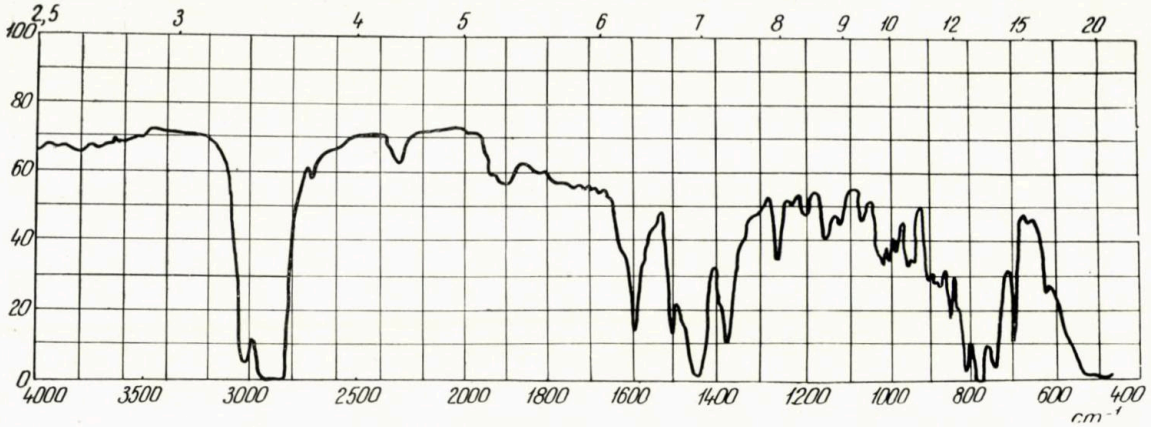


Fig. 1. Spectrul I.R. al fracţiunii de ulei de călire.

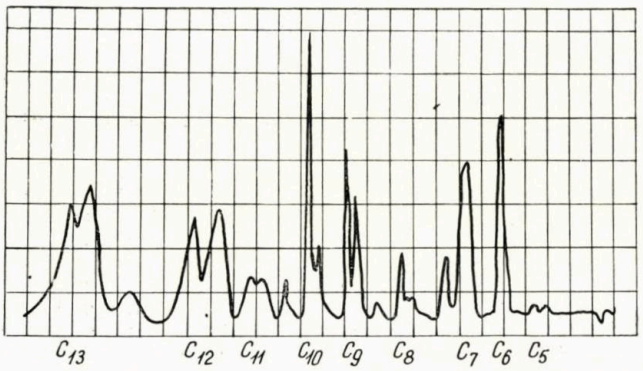


Fig. 2. Cromatograma unei fracţiuni din ulei de călire.

Spectrul în U.V. arată o absorbţie într-un domeniu larg (278—322 μm), corespunzător absorbţiei caracteristice hidrocarburilor nesaturate şi aromate.

O identificare calitativă a hidrocarburilor pe număr de atomi de carbon este descrisă în lucrarea [2] şi numai aproximativ se pot obţine indicaţii pentru compoziţia uleiului de călire. Tabela 3, extrasă din lucrarea menţionată, se referă la o fracţiune distilată la 200 °C şi presiunea de 20 torr.

Grupările izopropil şi terţizobutil pot proveni din piroliza hidrocarburilor de tipul $i—C_8$ după mecanismul descris în [9].

În varianta a II-a a lucrării s-a obţinut o singură fracţiune laterală. Randamentele coloanei de distilare sub vacuum au fost:

fracţiunea de vîrf 10%
fracţiunea laterală. 65%
reziduu din blaz. 25%

cărbune, ca materie primă la instalaţiile de bitum, de cocsare etc.

Fracţiunea laterală arată o similitudine cu materia primă de la fabricarea negrului de fum atît la raportul H/C, esenţial pentru caracterizarea materiei prime, cît şi ca compoziţie chimică (cromatografie în fază lichidă), aşa cum se indică în tabela 4.

Avantajos calitativ faţă de materia primă de la fabricarea negrului de fum este conţinutul de hidrocarburi parafinice mai redus, aromaticitatea mai ridicată şi lipsa cocsului.

O caracterizare generală a fracţiunii laterale ca materie primă potenţială pentru fabricarea negrului de fum prin procedeul Furnal se poate face prin indicele BMCI (Bureau of Mines Correlation Index). Acest indice [5] este mai mare la fracţiunea laterală pe seama intervalului de fierbere mai îngust, interval ce poate fi reglat la valori dorite; concomitent cu creşterea BMCI creşte randamentul de reacţie la producerea negrului de fum.

TABELA 3

Compoziţia unei fracţiuni naftalenice

Componentul	Nr. de atomi de carbon
Alchilbenzeni	$C_{10}—C_{12}$
Indan, tetralină	$C_{10}—C_{12}$
Inden, dihidronaftalină	$C_{10}—C_{13}$
Alchilnaftalină	$C_{10}—C_{14}$
Difenil	$C_{12}—C_{15}$
Fluoren	$C_{13}—C_{15}$
Fenantren şi antracen	$C_{14}—C_{15}$

Integrarea instalației de separare a fracțiunii necesare fabricării negrului de fum în schema tehnologică a instalației de piroliză a benzinei, interconectarea și modificarea fluxului tehnologic etc. sînt aspecte derivate ale prezentei lucrări [10], ce au drept scop valorificarea industrială a uleiului de călire.

Eficiența separării prin distilare a unei fracțiuni compatibile fizic și chimic cu materia primă de la fabricarea negrului de fum constă în aceea că introduce în circuitul economic al materiilor prime pentru fabricarea negrului de fum un subprodus al instalației de piroliză a benzinei.

TABELA 4

Caracterizarea fizică a fracțiunii laterale

1. Cromatograma

Componentul	Fracțiunea laterală	Creuzot	Materia primă de la fabricarea negrului de fum
Hidrocarburi parafinice	3,11	15,00	11,43
Hidrocarburi monociclice	—	2,35	6,85
Hidrocarburi bi- și triciclice	41,9	26,3	27,14
Hidrocarburi policiclice	22,6	24,75	24,13
Hidrocarburi heterociclice	33,3	20,70	11,87
Reziduu la separare	—	10,00	12,85
Total aromate	90,0	84,3	87,00
Cocs	lipsă	1,29	1,00

2. Curba STAS a distilatului total

distilat, %	inițial	10	20	30	40	50	60	70	80
Temperatura, °C	178,0	221,5	228,0	233,0	243,0	272,0	295,0	32,0	320,6

3. Alte caracteristici:

— densitate d_4^{20} —0,972

— raportul H : C —1,18

BIBLIOGRAFIE

1. Slovaj, H. În: Erdöl und Kohle-Erdgas-Petrochemie **24**, nr. 2, febr. 1971 p. 25.
2. Popl, M. și Mostecky, J. Ropa a uhlie, 1970, **12**, nr. 12, p. 641.
3. * * * U.S. Patent 3. 281. 351, 1964 oct. 16. R. Gilliland ș. a. Phillips Petroleum Company.
4. * * * Informations Chemie nr. 82, mart. 1971, p. 46.
5. Powel, R. Carbon Blak Technology Recent Developments. Ed. Noyes Develop. Corp, NewJersey, U.S.A., 1968, p. 12.
6. Rivin, D. În: Rubber Chemistry and Technology 1971, **44** nr. 2, april. p. 307.
7. * * *U.S. Patent 2. 989. 458 iun. 1961 Kulik M.D.: Consolidation Coal Company.
8. * * * U.S. Patent 3. 361. 655 ian. 2 1968 W.D. Robertson.
9. De Vendel, I., Pleczkatos, I. și Szepeny, L. Erdöl und Kohle, nr. 4, p. 201
10. * * * C. Ionescu, M. Ardeleanu, Gh. Manea. Brevet R.S.R. 60652, 29, iun. 1969.

Calculul coeficienţilor de difuzie moleculară în amestecuri binare gazoase şi lichide. II

C. Strătulă

II. CALCULUL COEFICIENŢILOR DE DIFUZIE MOLECULARĂ ÎN AMESTECURI BINARE LICHIDE

Spre deosebire de teoria difuziei în gaze care, la ora actuală, este destul de avansată [1], teoria difuziei în lichide este mult rămasă în urmă. Spunem aceasta deoarece, nici pînă în prezent nu există o teorie satisfăcătoare asupra stării lichide. Toate încercările făcute (tratarea lichidului prin teoria van-der-Waals asupra gazelor comprimate sau tratarea pe baza asemănării ce ar exista între structura lichidului şi solidului) au dus la cîteva teorii cărora le lipseşte însă acea generalizare necesară aplicării lor la o varietate largă de sisteme.

În lipsa unei teorii riguroase asupra difuziei în lichide literatura de specialitate [2] recomandă, pentru calcule mai puţin precise, următoarele două teorii :

— teoria hidrodinamică ;

— teoria vitezei absolute de reacţie a lui Eyring.

Teoria hidrodinamică pleacă de la ecuaţia Nernst-Einstein care dă difuzivitatea unei singure particule sau molecule de solut A printr-un mediu staţionar (solvent) B :

$$D_{AB} = kT \frac{U_A}{F_A} \tag{1}$$

în care :

k este constanta lui Boltzman ;
U_A — viteza particulei A sub acţiunea forţei F_A ;
$\frac{U_A}{F_A}$ — mobilitatea particulei A.

Pentru o sferă rigidă care se mişcă într-un flux cu un număr Reynolds foarte mic ($R_e \ll 1$) relaţia dintre forţă şi viteză poate fi obţinută şi din consideraţii hidrodinamice. Astfel, în cazul în care se ţine seama de posibilitatea de alunecare la interfaţă dintre sferă şi fluid, forţa F_A este dată de relaţia :

$$F_A = 6\,\pi\,\mu_B\,U_A\,R_A\left(\frac{2\,\mu_B + R_A\,\beta_{AB}}{3\,\mu_B + R_A\,\beta_{AB}}\right) \tag{2}$$

în care :

μ_B este viscozitatea solventului pur ;
R_A — raza particulei care difuzează ;
β_{AB} — coeficientul de frecare prin alunecare.

Dacă fluidul nu are tendinţă de alunecare la suprafaţa particulei care difuzează înseamnă că $\beta_{AB} = \infty$ şi în acest caz ecuaţia (2) trece în ecuaţia lui Stokes :

$$F_A = 6\,\pi\,\mu_B\,U_A\,R_B \tag{3}$$

Combinînd ecuaţiile (1) şi (3) rezultă ecuaţia Stokes-Einstein :

$$D_{AB} = \frac{kT}{6\pi\,\mu_B R_A} \tag{4}$$

Conform datelor din literatura de specialitate [3], această ecuaţie dă o descriere destul de bună procesului de difuzie a particulelor sferice mari sau a moleculelor sferice mari care difuzează într-un solvent cu molecule mici, exactitatea ei descrescînd atunci cînd dimensiunea moleculei solutului se apropie de cea a solventului. Totuşi folosirea rezultatelor obţinute cu această ecuaţie trebuie făcută cu prudenţă, deoarece însăşi aplicarea legii lui Stokes la particule de dimensiunea moleculei este o aproximaţie.

Dacă fluidul nu are tendinţa de a adera la suprafaţa particulei care difuzează, $\beta_{AB} = 0$ iar ecuaţia (2) devine :

$$F_A = 4\,\pi\,\mu_B\,U_A\,R_A \tag{5}$$

Combinînd (5) cu (1) rezultă :

$$D_{AB} = \frac{kT}{4\pi\,\mu_B\,R_A} \tag{6}$$

Dacă molculele sînt de acelaşi fel (cazul autodifuziei) şi dacă se presupune că aceste molecule sînt aranjate într-o reţea cubică în care toate moleculele se ating, $2R_A$ poate fi luat egal cu $(V_A/N_A)^{1/3}$ şi în acest caz (6) capătă forma :

$$D_{AA} = \frac{kT}{2\pi\,\mu_A}\left(\frac{N}{V_A}\right)^{1/3} \tag{7}$$

unde N reprezintă numărul lui Avogadro, iar V_A volumul molar al substanței.

După L i și C h a n g [4], ecuația (2) poate fi folosită cu succes la estimarea coeficienților de autodifuzie pentru anumite substanțe (substanțe polare, substanțe asociate), deoarece diferențele față de datele experimentale se încadrează în limitele $\pm 12\%$.

Folosind premisele teoriei vitezei absolute de reacție și presupunînd că difuzia este un proces care cere moleculelor să învingă o anumită barieră de energie potențială, E y r i n g [5] a stabilit următoarea relație :

$$D_{AB} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2 \lambda_3} \frac{kT}{\mu_B} \tag{8}$$

unde λ_1 reprezintă distanța dintre planurile moleculelor în curgerea vîscoasă, iar λ_2, λ_3 distanțe dintre molecule în direcția curgerii, respectiv perpendicular pe ea.

Factorul $1/6\pi R_A$ din ecuația Stokes — Einstein este de același ordin de mărime cu factorul $\lambda_1/\lambda_2\lambda_3$ din ecuația lui Eyring. Ambele ecuații arată că coeficientul de difuzie este invers proporțional cu viscozitatea, iar produsul $D\mu$ este direct proporțional cu temperatura absolută.

Unele considerații suplimentare ale teoriei au dus la o formă nouă a ecuației de definire a coeficientului de difuzie.

$$D_{AB} = \frac{\lambda^2}{V_f^{1/3}} \left(\frac{kT}{2\pi m} \right)^{1/2} \cdot e^{-\Delta E \text{ vap}/nRT} \tag{9}$$

în care :

λ — este distanța medie dintre două poziții succesive de echilibru ale moleculelor ;

V_f — volumul liber pe moleculă ;

$\Delta Evap$ — energia de vaporizare ;

m — masa moleculei ;

R — constanta gazelor ;

n — constantă ;

$E_0 = \frac{E\,vap}{n}$ — energia de activare cerută de mișcarea moleculelor în spațiile libere.

S t e a r n și colaboratorii săi [6] recomandă pentru calculul lui λ și $V_f^{1/3}$ următoarele relații :

$$\lambda = (V/N)^{1/3} \tag{10}$$

și

$$V_f^{1/3} = V^{1/3} \, (Ugaz/U \text{ lichid}) \tag{11}$$

sau

$$V_f^{1/3} = (CRT \; V^{1/3})/(N^{1/3} \, \Delta E \, vap.) \tag{12}$$

unde V reprezintă volumul molar al solventului, U viteza sunetului în mediile specificate, iar C o constantă a cărei valoare depinde de aranjamentul molecular (pentru aranjamentul cubic este egală cu 2).

Considerînd așezarea moleculelor tot într-o rețea cubică, teoria lui Eyring dă următoarea relație de calcul a coeficientului de autodifuzie :

$$D_{AA} = \frac{kT}{\mu_A} \left(\frac{N}{V_A} \right)^{1/3} \tag{13}$$

Această relație este asemănătoare cu (7), stabilită pe baza teoriei hidrodinamice, diferența fiind dată numai de factorul 2π.

Datele experimentale indică însă o concordanțămai bună cu ecuația (7).

Pentru molecule mari care difuzează în jurul unor molecule mici P o w e l l și colaboratorii săi [7] au dat următoarea relație :

$$D_{AB} = \frac{kT}{a\,(2\,R_A)\,\mu_B}, \tag{14}$$

unde a reprezintă o constantă, egală cu $3\,\pi$ în cazul moleculelor sferice și cu 2π în cazul moleculelor cilindrice. Introducînd aceste valori în ecuația (14) se obțin ecuațiile (4), respectiv (6).

Extinzînd teoria lui Eyring prin folosirea potențialului Lennard Jones, M c L a u g h l i n [8] a găsit o nouă relație de calcul a coeficientului de autodifuzie :

$$D_{AA} = \left(\frac{kT}{2\pi m} \right)^{1/2} \left(\frac{a^2}{V_f^{1/3}} \right) \cdot$$

$$\cdot \exp. \left[- \frac{E\,(V_0/V)^4}{kT} \right] \exp. \left(- \frac{E_0}{RT} \right) \tag{15}$$

unde :

$$E_0 = \left[\frac{N}{3} \, 1{,}2045 \left(\frac{V_0}{V} \right)^2 - 0{,}5055 \left(\frac{V_0}{V} \right)^4 \right];$$

$$a^2 = (2\,V^2/N^2)^{1/3} ;$$

$$V_0 = N\sigma^3,$$

σ și E fiind parametrii Lennard — Jones. Aplicarea acestei ecuații la cîteva substanțe lichide (argon, benzen, tetraclorură de carbon etc.) a dus la obținerea de valori care se încadrau în limita de 10% față de valorile experimentale.

Pe baza aplicării metodelor mecanicii statistice, R i c e și colaboratorii săi [9, 10, 11] au derivat următoarea relație de calcul a coeficientului de autodifuzie :

$$D_{AA} = 1{,}2021 \cdot 10^{-8} \; (RT/\pi M)^{1/2} \left[\frac{V^{1/3}}{(v_0/v)^{2/3}} \right] \cdot$$

$$\cdot \left[1{,}6 \left(\frac{v_0}{v} \right) + 2{,}56 \left(\frac{v_0}{v} \right)^2 \cdot \right.$$

$$\left. \cdot \, g(\sigma) \right] \left[\frac{RT}{24\,L - 15\,PV - 15RT} \right] \tag{16}$$

în care :

v_0/v este raportul dintre volumul total al atomilor din molecula de solvent și volumul net al moleculei ;

P — presiunea sistemului ;

M — masa moleculară a lichidului ;

L — energia internă de vaporizare a lichidului dată de relația : $L = \Delta H_{vap} - RT$;

ΔH_{vap} — căldura de vaporizare ;

$g(\sigma)$ — funcție de corelare aproximată prin relația

$$g(\sigma) = 1 + 2{,}5\left(\frac{v_0}{v}\right) + 4{,}5864\left(\frac{v_0}{v}\right)^2$$

Raportul v_0/v se poate calcula din datele referitoare la viteza sunetului U_s, conform ecuației recomandate de Collins și Navidi [12] :

$$U_s = \left[\frac{1 - 2/3\ (v_0/v)^{1/3}}{1 - (v_0/v)^{1/3}}\right] \cdot \left[\frac{C_p\, RT/M}{C_p\,[1 - 2/3\ (v_0/v)^{1/3}] - R}\right]^{1/2}, \qquad (17)$$

unde C_p reprezintă capacitatea calorică la presiune constantă.

Extinzînd ecuația (16) la determinarea coeficienților de difuzie în amestecul binar lichid, Kamal și Canjar [13] au găsit relația :

$$D_{AB} = 1{,}2021 \left\{\left(\frac{RT}{\pi M}\right)^{1/2} \frac{V^{1/3}}{(v_0/v)^{2/3}} \cdot 10^{-8} \cdot \left[1{,}6\left(\frac{v_0}{v}\right) + 2{,}56\left(\frac{v_0}{v}\right)^2 \cdot N\, g(\sigma)\right]\right\}_{\text{solvent}} \left(\frac{RT}{24L - 15PV - 15RT}\right)_{\text{solut}}, \qquad (18)$$

care se aplică numai la diluții infinite. Ea a fost încercată pe 56 de sisteme solut — solvent, dînd o deviație medie absolută de circa 13% față de valorile experimentale.

Cu toate că au o bază teoretică, ecuațiile prezentate mai sus au un caracter aproximativ, deoarece deviațiile pe care le dau față de valorile experimentale sînt destul de mari. În plus ele sînt destul de complicate și folosesc date greu de obținut. De aceea aplicarea lor în practica de calcul a coeficienților de difuzie este limitată, mai ales că în ultimii ani au apărut diverse metode empirice, care, chiar dacă nu sînt cu mult mai exacte, sînt totuși mai simple și folosesc date ușor disponibile.

Una dintre aceste metode este metoda grafică a lui Wilke [14]. Coroborînd datele teoretice furnizate de teoria hidrodinamică și teoria lui Eynring cu datele experimentale referitoare la difuzivitatea unor substanțe (manitol, clorură de sodiu și calciu, tetrabrometan) în apă și tetracloretan autorul a găsit că raportul $T/\mu D$ este independent de temperatură. Acest raport, numit factor de difuzie F, a fost corelat în cazul solvenților apă, metanol și benzen, cu volumul molar al solutului prin diverse curbe,

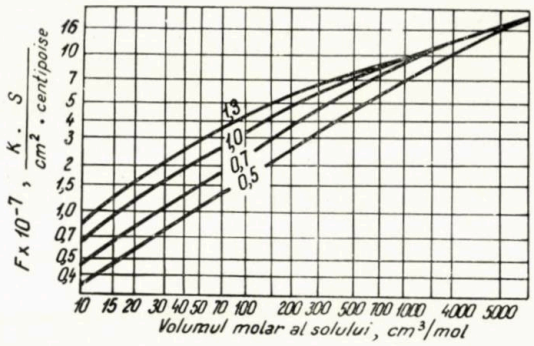


Fig. 1. Diagrama factorului de difuzie.

fiecare curbă fiind specifică solventului respectiv.

Pentru stabilirea unui grafic general, valabil pentru orice solvent, autorul a introdus noțiunea de „factor de solvent Ø". În domeniul valorilor mici ale volumului molar al solutului (maxim 150 cm³/mol) acesta este definit ca raportul mediu dintre valorile lui F corespunzătoare difuzivității într-un solvent dat și valorile lui F corespunzătoare difuzivității în apă pentru același volum molar. Aceasta înseamnă că fiecărui solvent îi corespunde un anumit factor Ø și deci curbele din figura 1 sînt curbe cu Ø constant. Astfel, alcoolul metilic este reprezentat printr-o curbă cu Ø = 0,82, iar benzenul printr-o curbă cu Ø = 0,7 (prin definiție, apa este reprezentată printr-o curbă cu Ø = 1).

În cazul în care pentru un anumit solvent nu se cunosc nici factorul de solvent și nici alte proprietăți fizice, autorul recomandă folosirea curbei cu Ø = 0,9, deoarece în urma calculelor efectuate de el asupra a 20 de sisteme valorile obținute pentru coeficientul de difuzie nu erau mult diferite față de valorile experimentale (în medie 12,4%).

Metoda, valabilă numai în cazul soluțiilor diluate și numai pentru substanțe neionice, dă rezultate destul de bune, diferența medie față de valorile experimentale fiind de numai 11,3% în cazul alcoolului metilic și de 12,5% în cazul benzenului.

În 1954, Scheibel [15] reușește să exprime corelația grafică a lui Wilke prin ecuația :

$$F = \frac{T}{\mu D_{AB}} = 1{,}22 \cdot 10^7 \frac{V_A^{1/3}}{1 + \left(\frac{3\,V_B}{V_A}\right)^{2/3}} \qquad (19)$$

unde V_A și V_B reprezintă volumele molare la temperatura normală de fierbere ale solutului,

respectiv solventului, în cm³/mol, iar μ viscozitatea soluției în cP (pentru soluții diluate μ soluție = μ solvent). Explicitînd această ecuație în D_{AB} rezultă:

$$D_{AB} = 8{,}2 \cdot 10^{-8} \frac{T}{\mu} \frac{1 + \left(\frac{3V_B}{V_A}\right)^{2/3}}{V_A^{1/3}} \qquad (20)$$

După autor această ecuație se aplică numai la soluții diluate și pare să prezinte difuzia moleculelor mari de solut printr-un solvent cu molecule mici. De asemenea, ea ține seama de efectul volumului de solvent pînă la valori ale volumului de solut de două ori mai mari decît volumul solventului, iar pentru unii solvenți domeniul poate fi extins pînă la egalitatea celor două volume (adică volumul solutului egal cu volumul solventului).

Făcînd o analogie între corelația lui Eyring și corelația Clausius-Clapeyron și ținînd seama de datele experimentale, O t h m e r și T h a k a r [16] au dedus următoarea relație:

$$D_{apă} = \frac{14{,}0}{10^5 \, \mu_{apă}^{1{,}1} \cdot V^{0{,}6}} \qquad (21)$$

unde $D_{apă}$ reprezintă difuzivitatea unei substanțe oarecare în apă, iar V volumul molar al substanței (solutului) la temperatura normală de fierbere.

Pentru calculul difuzivității în alți solvenți autorii dau o altă relație:

$$D_{AB} = \frac{14{,}0}{10^5 \left[\mu_{apă} \left(\frac{1{,}1 \, L_s}{L_{apă}} \right) V^{0{,}6} \, \mu_s^0 \right]} \qquad (22)$$

în care:

μ_s^0 reprezintă viscozitatea solventului la 20°C, iar L_s și $L_{apă}$ căldurile latente de vaporizare ale solventului, respectiv apei.

Studiile făcute de W i l k e și C h a n g [17] au dus la expresia:

$$D_{AB} = 7{,}4 \cdot 10^{-8} \frac{(bM)^{1/2} \cdot T}{\mu \cdot V^{0{,}6}}, \qquad (23)$$

unde M reprezintă masa moleculară a solventului, iar b un parametru de asociație care este egal cu 1 în cazul solvenților neasociați (benzen, heptan, eter etc.), cu 2,6 în cazul apei, cu 1,9 în cazul alcoolului metilic și cu 1,5 în cazul alcoolului etilic. Această ecuație a fost încercată de autori pe 123 de sisteme solut—solvent, deviația medie față de valorile experimentale fiind de numai 12%.

Studiind difuzivitatea apei ca solut în diverși solvenți organici și O l a n d e r [18] a urmărit în ce măsură rezultatele obținute cu relațiile precedente sînt în concordanță cu datele experimentale. În urma efectuării unor calcule autorul a ajuns la concluzia că ecuația lui Wilke-Chang dă rezultatele cele mai bune. El a reprezentat grafic difuzivitățile calculate cu ecuația (23) și difuzivitățile determinate experimental pentru amestecul binar apă — alcool metilic, în care apa reprezenta solventul, și a obținut o linie dreaptă cu panta egală cu 1. De asemenea, a reprezentat grafic și difuzivitățile calculate cu ecuația (23), respectiv determinate experimental pentru același amestec, dar în care apa reprezenta solutul. Și în acest caz a obținut o dreaptă dar cu panta egală cu 2,3. Aceasta înseamnă că în cazul în care apa este solut, raportul difuzivitate calculată/difuzivitate experimentală este constant și egal cu 2,3 *. Mai mult, autorul a constatat că valoarea acestui raport este independentă de solvent și de temperatură. Aceasta înseamnă că pentru orice sistem apă — solvent organic se poate stabili coeficientul de difuzie al apei ca solut, în solventul respectiv dacă în prealabil se estimează cu ecuația (23).

T h o m a e s și V a n I t t e r b e c k [19] au calculat coefcienții de difuzie pe baza aplicării principiului stărilor corespondente. În acest scop ei au dedus o relație care dă posibilitatea estimării coeficientului de difuzie a unei substanțe oarecare A într-un solvent oarecare B, dacă se cunoaște, în prealabil coeficientul de difuziune al unei alte substanțe C în același solvent:

$$D_A(T) = D_c(T_r) \left(\frac{M_C}{M_A} \right)^{1/2} \left(\frac{E_A}{E_C} \right)^{1/2} \left(\frac{\sigma_A}{\sigma_C} \right), \qquad (24)$$

în care:

M_C și M_A reprezintă masele moleculare ale componentelor respective;

T_r — o funcție redusă de temperatură;

E și σ — parametri Lennard-Jones.

O relație de calcul mai recentă este cea a lui R a v d e l și P o r a i [20]. Această relație reprezintă de fapt o formă modificată a ecuației Stokes-Einstein;

$$D_{AB} = \frac{kT}{\alpha \pi \mu R_A}, \qquad (25)$$

* Apariția acestui factor de 2,3 este explicat de autor prin faptul că la difuzia apei ca solut într-un solvent oarecare volumul molar al apei care difuzează este mult mai mare decît volumul molar măsurat la punctul de fierbere. Aceasta deoarece în cazul difuzivității apei într-un solvent molecula de apă este formată, în realitate, din patru molecule de apă, conform echilibrului: $4H_2O \rightleftarrows (H_2O)_4$

α reprezentînd un factor de frecare calculat de autori cu relaţia :

$$\alpha = 5{,}98 \cdot 10^{-15} \frac{T}{\mu\, D^{\circ}\, R_0^{1/3}} \qquad (26)$$

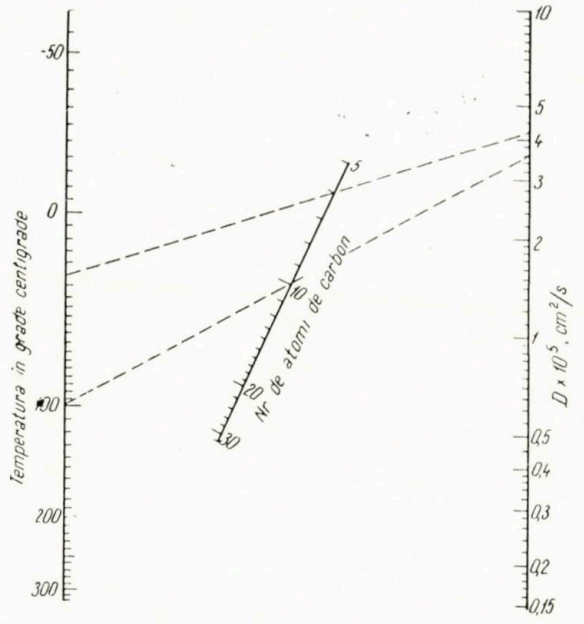


Fig. 2. Coeficienţii de autodifuzie pentru hidrocarburi *n*-parafinice.

TABELA 1

Soluţia	Solvent	Temp. °C	Conc. solut. mol./litru	$D_{AB} \cdot 10^5$
Clor	Apă	16,0	0,12	1,26
Amoniac	Apă	15,0	1,60	1,77
Alcool metilic	Apă	12,5	1,00	0,82
Alcool *n*-butilic	Apă	15,0	0	0,77
Cloroform	Alc. etilic	20,0	20,0	1,25
Alcool etilic	Apă	25,0	0	1,26
Acetonă	Apă	25,0	0	1,25
Apă	Acetonă	25,0	0	5,90

unde D° reprezintă coeficientul de autodifuzie în lichidul pur, iar R_0 refracţia moleculară. Valorile lui α au fost calculate pentru un număr însemnat de lichide nepolare, cum ar fi: pentanul, hexanul, 2-metil-pentanul, nonanul, decanul, ciclohexanul, tetraclorura de carbon etc. Pentru toate aceste substanţe valoarea lui α a fost găsit practic constantă şi egală cu $4{,}8 \pm 0{,}2$. Autorii susţin că relaţia dă rezultate bune în cazul soluţiilor diluate, cu condiţia ca moleculele de solut să fie de acelaşi ordin de mărime cu moleculele solventului, iar coeficientul de autodifuzie să fie calculat pentru lichide nepolare.

Un studiu interesant asupra difuziei în amestecuri de hidrocarburi *n*-parafinice lichide a fost făcut de Van Geet şi Adamson [21]. Autorii au elaborat o nomogramă (fig. 2) de estimare a coeficientului de autodifuzie pentru un număr însemnat de *n*-parafine (de la C_5 la C_{32}) şi pe un domeniu foarte mare de temperatură (de la −50°C la +300°C). Valorile obţinute cu această nomogramă sînt foarte exacte, abaterea faţă de datele experimentale fiind de numai 5 %.

În tabela 1 sînt date cîteva valori experimentale ale coeficientului de difuzie în amestecuri binare lichide.

Exemplu 1. Calculul coeficientului de difuzie a alcoolului etilic (solut) în apă (solvent) la temperatura de 25°C.

— Prin relaţia Stokes-Einstein.

$$R_A = 2{,}2275\ \text{Å} = 2{,}2275 \cdot 10^{-8}\ \text{cm};$$

$$\mu_B = 1\ \text{cP} = 1 \cdot 10^{-2}\ \text{dyn.s/cm}^2.$$

$$\text{Atunci } D_{AB} = \frac{1{,}38 \cdot 10^{-16} \cdot 298}{6 \cdot 3{,}14 \cdot 2{,}2275 \cdot 10^{-8} \cdot 10^{-2}} =$$

$$= 0{,}98 \cdot 10^{-5}\ \text{cm}^2/\text{s}.$$

— Prin metoda grafică a lui Wilke.

$V_{alcool} = 2.14{,}8 + 6.3{,}7 + 7{,}4 = 59{,}2\ \text{cm}^3/\text{mol}.$

Din figura 1 (curba cu Ø = 1) rezultă $F \cdot 10^{-7} = 2{,}35$

iar

$$D_{AB} = \frac{298}{2{,}35 \cdot 1} \cdot 10^{-7} = 1{,}265 \cdot 10^{-5}\ \text{cm}^2/\text{s}.$$

— Prin relaţia Scheibel.

Din tabela 1, $V_{apă} = 18{,}9\ \text{cm}^3/\text{mol}.$

$$D_{AB} = 8{,}2 \cdot 10^{-8} \frac{298}{1} \frac{1 + \left(\frac{3 \cdot 18{,}9}{59{,}2}\right)^{2/3}}{(59{,}2)^{1/3}} =$$

$$= 1{,}235 \cdot 10^{-5}\ \text{cm}^2/\text{s}.$$

— Prin relaţia Othmer-Thakar

$$D_{AB} = \frac{14{,}0}{10^5 \cdot 1^{1{,}1}\ (59{,}2)^{0{,}6}} = 1{,}2 \cdot 10^{-5}\ \text{cm}^2/\text{s}.$$

— Prin relaţia Wilke-Chang

$$D_{AB} = 7{,}4 \cdot 10^{-8} \frac{(2{,}6 \cdot 18)^{1/2} \cdot 298}{1 \cdot (59{,}2)^{0{,}6}} =$$

$$= 1{,}305 \cdot 10^{-5}\ \text{cm}^2/\text{s}.$$

Valoarea experimentală a coeficientului este $1{,}26 \cdot 10^{-5}$ cm²/s.

Influența concentrației amestecului asupra coeficientului de difuzie

În binarul lichid, spre deosebire de binarul gazos, concentrația amestecului are o mare influență asupra valorii coeficientului de difuzie. Toate relațiile prezentate pînă acum sînt indicate numai în cazul soluțiilor diluate și ca atare folosirea lor este corectă numai la capetele extreme ale domeniului de concentrație.

Pentru estimarea coeficienților de difuzie la concentrații mai mari, precum și pentru redarea variației acestora cu concentrația au fost propuse mai multe relații a căror formă depinde de idealitatea sau neidealitatea amestecului lichid.

Pentru amestecuri ideale (amestecuri ce ascultă de legea lui Raoult), P o w e l l și colaboratorii [7] au arătat că produsul $D\mu$ variază liniar cu concentrația :

$$\left(\frac{D\,\mu}{T}\right)_A = \left[\left(\frac{D\,\mu}{T}\right)_{B0} - \left(\frac{D\,\mu}{T}\right)_{A0}\right] X_A + \left(\frac{D\,\mu}{T}\right)_{A0} \quad (27)$$

unde $(D\mu/T)_A$ se referă la difuzia componentului A în B la concentrația X_A (X_A = fracția molară a componentului A în amestec), $(D\mu/T)_{A0}$ la difuzia lui A în soluție diluată de A în B, iar $(D\mu/T)_{B0}$ la difuzia lui B în soluție diluată de B în A.

Pentru amestecuri neideale autorii introduc în calcul și activitatea a_A. În acest caz ecuația (27) devine :

$$\left(\frac{D\,\mu}{T}\right)_A \Big/ \left(\frac{\mathrm{d}\ln a_A}{\mathrm{d}\ln X_A}\right) = \left[\left(\frac{D\,\mu}{T}\right)_{B0} - \left(\frac{D\,\mu}{T}\right)_{A0}\right] X_A + \left(\frac{D\,\mu}{T}\right)_{A0}, \quad (28)$$

termenul $(\mathrm{d}\ln a_A/\mathrm{d}\ln X_A)$ estimîndu-se din datele de echilibru lichid-vapori.

Conform acestei relații produsul $D\mu$ nu mai variază liniar cu concentrația, iar pentru anumite valori intermediare ale acesteia poate prezenta și un maxim. Pentru unele amestecuri neideale, de exemplu, cloroform—eter, cloroform—acetonă, grupul $D\mu/(d\ \mathrm{ln}a_A/\mathrm{dln}X_A)$ variază liniar cu concentrația (fig. 3. și 4), iar pentru alte amestecuri poate să treacă și printr-un maxim. Trebuie însă remarcat faptul că ecuațiile (27) și (28) au fost încercate numai la un număr redus de sisteme binare și de aceea noile testări ce s-ar face pentru confirmarea valabilității acestor ecuații ar fi foarte bine venite.

Aplicînd un tratament similar ecuației Stokes-Einstein, S t e a r n și colaboratorii săi [6] au dedus expresia :

$$D = \frac{kT}{6\cdot\pi\,\mu_B\,R_A}\left[1 + \left(\frac{d\ln a_A}{\mathrm{d}\ln X_A}\right)\left(\frac{X_B V_B + X_A V_A}{X_B V_B}\right)\right] \quad (29)$$

unde Vi reprezintă volumul parțial molar al componentului i.

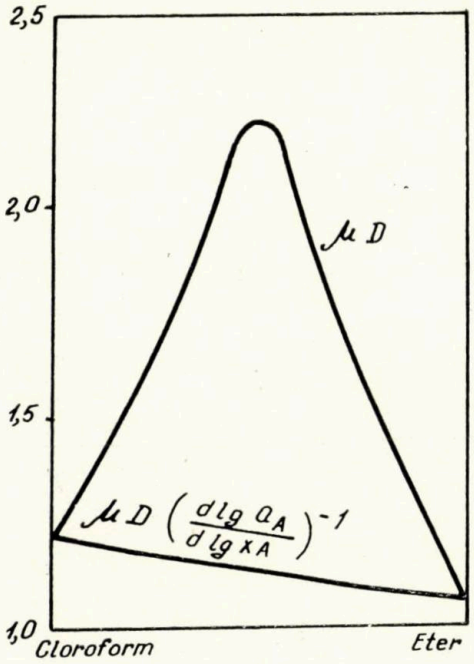


Fig. 3. Variația produsului μD cu concentrația în sistemul cloroform—eter.

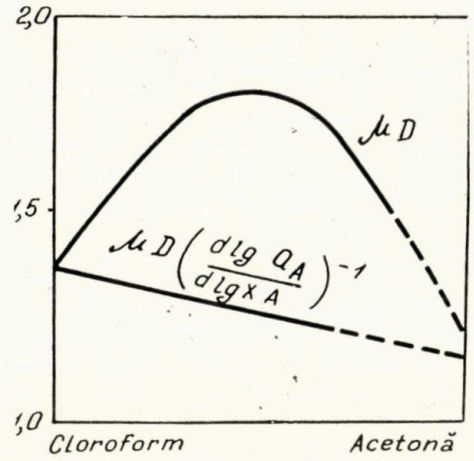


Fig. 4. Variația produsului μD cu concentrația în sistemul cloroform—acetonă.

H a r t l e y și C r a n k [22] au dat o formă mai generală ecuației (28) :

$$D = \frac{RT}{N\mu}\left(\frac{X_A}{f_B} + \frac{X_B}{f_A}\right)\left(1 + \frac{\mathrm{d}\ln\gamma_A}{\mathrm{d}\ln X_A}\right)^{*} \quad (30)$$

* Conform ecuației Gibbs-Duhem aplicată sistemului binar $d\ln\gamma_A/d\ln X_A = d\ln\gamma_B/d\ln X_B$; aceasta înseamnă că în ecuația de prezicere a variației coeficientului de difuzie cu concentrația putem introduce fie primul gradient, fie al doilea.

unde R reprezintă constanta generală a gazelor, N – numărul lui Avogadro, μ – viscozitatea soluției și f_i – factori de frecare ce depind de dimensiunea moleculei.

După I r a n i și A d a m s o n [23] coeficientul de difuzie într-un sistem binar lichid poate fi exprimat și în funcție de coeficienții individuali de autodifuzie ai celor doi componenți. În acest sens în literatură au fost prezentate mai multe relații, cea mai practică fiind considerată cea a lui D a r k e n, [24]:

$$D = (D_B^* X_A + D_A^* X_B)\left[1 + X_B\left(\frac{\mathrm{d}\ln\gamma_B}{\mathrm{d}X_B}\right)\right] \quad (31)$$

unde D_i^* reprezintă difuzivitatea izotopului trasor al componentului i la diluție infinită într-o

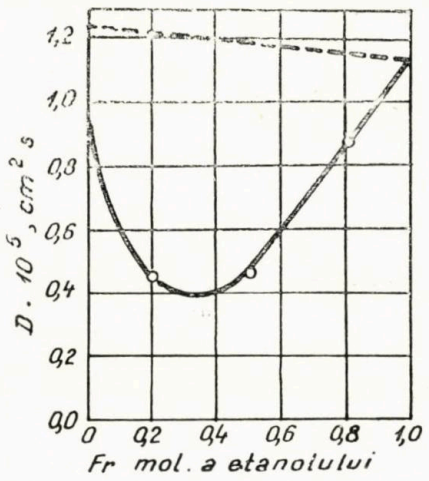


Fig. 5. Efectul concentrației asupra difuzivității în sistemul etanol-apă;
---------- valori calculate în cazul cînd amestecul ar fi ideal; ——— valorii calculate; 0 – valori experimentale.

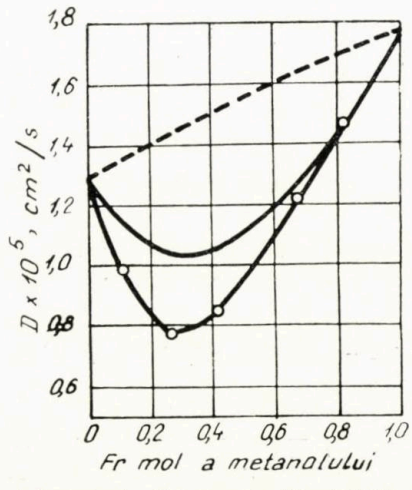


Fig. 6. Efectul concentrației asupra difuzivității în sistemul metanol – apă.
---------- valori calculate în cazul cînd amestecul ar fi ideal; ——— valori calculate; 0 – valori experimentale.

soluție de aceeași compoziție cu soluția considerată; valoarea lui se estimează cu ecuația (18). La deducerea acestei ecuații s-a presupus că nu există nici o schimbare de volum în timpul procesului de difuzie și că proprietățile izotopilor componentului respectiv sînt în esență aceleași. Pentru soluții ideale sau în cazul soluțiilor de diluție infinită termenul $\left(1 + X_B \frac{\mathrm{d}\ln\gamma_B}{\mathrm{d}X_B}\right)$ este egal cu unitatea și în acest caz ecuația (31) devine

$$D = D_B^* X_A + D_A^* X_B \quad (32)$$

K a m a l și C a n j a r [13] au folosit ecuația (31) la stabilirea efectului concentrației asupra coeficientului de difuzie în cazul a două sisteme neideale; alcool etilic—apă și alcool metilic—apă. Rezultatele obținute prin calcul au fost în concordanță cu datele experimentale ale lui H a m m o n d și S t o k e s (25), respectiv J o h n s o n și B a b b [26] (fig. 5 și 6).

Un studiu interesant asupra dependenței coeficientului de difuzie de concentrația amestecului binar a fost făcut de R a t h b u n și B a b b [27]. Pe baza principiilor termodinamicii neechilibrului și a unor constatări din literatura de specialitate referitoare la variația coeficientului de difuzie cu concentrația, autorii au stabilit o relație empirică de prezicere a acestei variații. Astfel, pentru amestecuri de tipul acetonă — apă, alcool etilic — apă rezultate bune s-au obținut cu relația:

$$D = (D_B^0 X_A + D_A^0 X_B)\,(\mathrm{d}\ln a_A/\mathrm{d}\ln X_A)_{T,P} = \mathrm{ct.} \quad (33)$$

unde D_B^0 reprezintă difuzivitatea mutuală într-o soluție de diluție infinită de B în A, iar D_A^0 difuzivitatea mutuală într-o soluție de diluție infinită de A în B.

Dacă ecuația (33) se aplică la un binar format dintr-un component asociat și unul nepolar (de exemplu metanol—tetraclorura de carbon, etanol — tetraclorură de carbon etc.), rezultatele nu sînt în concordanță cu datele experimentale, deoarece efectul dat de gradientul de activitate din ecuație este mult mai mare decît cel real. De aceea autorii au trebuit să îmbunătățească relația prin introducerea unui exponent empiric S, a cărui valoare a fost găsită egală cu 0,6 (fig. 7 și 8). În acest fel (33) devine:

$$D = (D_B^0 X_A + D_A^0 X_B)\,(\mathrm{d}\ln a_A/\mathrm{d}\ln X_A)_{T,P=\mathrm{ct.}}^{S=0,6} \quad (34)$$

Ecuația (34) a fost aplicată cu succes și la binarele neideale cu abateri negative de la legea lui Raoult, dar în acest caz S a trebuit egalat cu 0,3. Pentru toate cazurile gradientul de activitate s-a determinat din datele de echili-

bru lichid — vapori, care au fost interpolate la temperaturile cerute, pe baza presupunerii că gradientul de activitate variază liniar cu 1/T.

Mai recent Cullinan [28] și Vignes [29] au arătat că variația coeficientului de

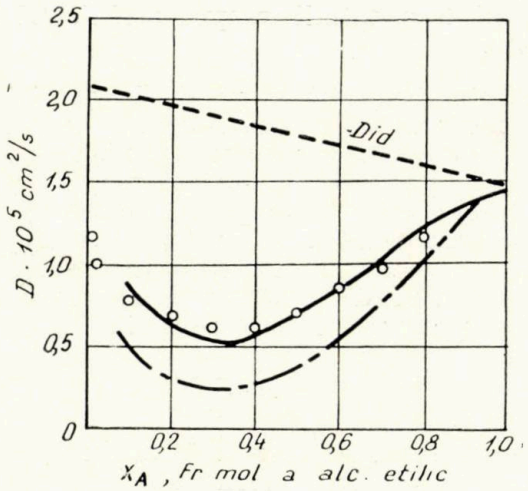


Fig. 7. Efectul concentrației asupra difuzivității în sistemul alcool etilic — tetraclorură de carbon la 25 °C;
o — valori experimentale; ——— valori calculate cu $s = 0{,}6$; ····· valori calculate cu $s = 1{,}0$.

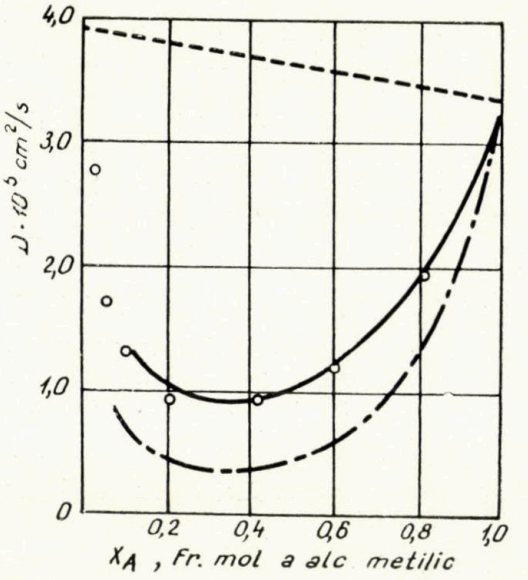


Fig. 8. Efectul concentrației asupra difuzivității în sistemul alcool metilic — tetraclorură de carbon la 55 °C:
o — valori experimentale; ——— valori calculate cu $s = 0{,}6$; ····· valori calculate cu $s = 1{,}0$.

difuzie cu concentrația poate fi scrisă și sub forma:

$$D = (D_B^0)^{X_A} (D_A^0)^{X_B} \left(1 + \frac{\mathrm{d} \ln \gamma_A}{\mathrm{d} \ln X_A}\right), \quad (35)$$

iar Leffler și Cullinan [30] au îmbunătățit exactitatea acestei relații prin introducerea viscozității:

$$D\,\mu_{AB} = (D_B^0\ \mu_A)^{X_A} (D_A^0\ \mu_B)^{X_B} \left(1 + \frac{\mathrm{d} \ln \gamma_A}{\mathrm{d} \ln X_A}\right) \quad (36)$$

Această ecuație a fost verificată cu bune rezultate pe un număr de zece amestecuri binare neideale.

Exemplu 2. Calculul curbei de variație a coeficientului de difuzie cu concentrația pentru amestecul binar neideal acetonă—apă la 25°C.

Calculul se face cu ecuația (33) scrisă sub forma:

$$D = (D_B^0 \cdot X_A + D_A^0 \cdot X_B)\ (1 + \mathrm{d} \ln \gamma_A / \mathrm{d} \ln X_A,$$

valorile D_B^0 și D_A^0 stabilindu-se fie experimental, fie prin calcul, conform exemplului 1. În cazul nostru $D_B^0 = 5{,}9 \cdot 10^{-5}$ cm²/s, iar $D_A^0 = 1{,}25 \cdot 10^{-5}$ cm²/s. Gradientul de activitate dln γ_A/dln X_A se calculează din datele de echilibru lichid — vapori la temperatura de 25°C, date de Beare și colaboratorii săi [31] și prezentate în tabela 2 și în figura 9.

TABELA 2

X_A fr. mol.	Y_A fr. mol.	P, mm Hg	$\gamma_A = \frac{PY_A}{P_A \cdot X_A}$
0,0449	0,7168	81,3	5,67
0,0951	0,8416	126,6	4,89
0,1310	0,8618	144,3	4,14
0,1791	0,8782	159,8	3,41
0,2654	0,8856	176,1	2,57
0,3538	0,8954	184,4	2,04
0,5808	0,9158	199,1	1,37
0,7852	0,9421	213,5	1,12

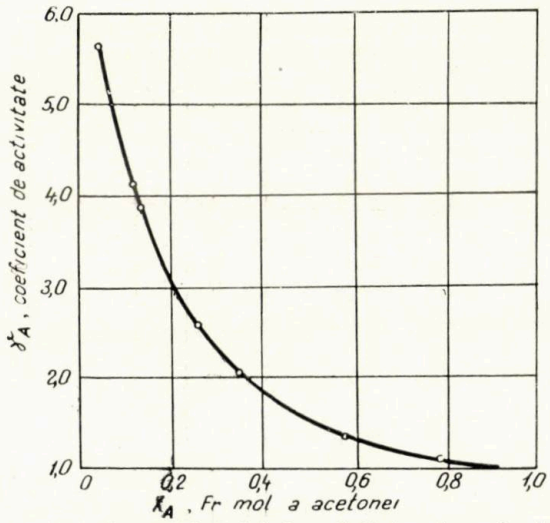


Fig. 9. Variația coeficientului de activitate al acetonei cu concentrația la 25 °C.

Acest calcul se poate face prin două metode :

— Prima metodă constă în reprezentarea grafică a funcției $\ln \gamma_A = f(\ln X_A)$ urmată de calculul tangentei în diverse puncte ale acesteia.

— A doua metodă este analitică și se bazează pe aproximația că pe un domeniu mic de concentrație tangenta la curba $\ln \gamma_A = (\ln X_A)$ rămîne practic constantă. În acest caz se poate scrie :

$$\mathrm{d} \ln \gamma_A / \mathrm{d} \ln X_A = \frac{\ln \gamma_{2A} - \ln \gamma_{1A}}{\ln X_{2A} - \ln X_{1A}}$$

TABELA 3

	X_A	$\lg X_A$	γ_A	$\lg \gamma_A$	$\frac{\mathrm{d}\lg\gamma_A}{\mathrm{d}\lg X_A}$	$D_{AB} \cdot 10^5$ cm²/s
1	0,1310	−0,8830	4,140	0,6170	−0,496	0,937
2	0,1470	−08330	3,910	0,5922		
1	0,2654	−0,5765	2,565	0,4100	−0,0818	0,582
2	0,2800	−0,5530	2,450	0,3890		
1	0,5808	−0,2360	1,370	0,1360	−0,715	1,122
2	0,5950	−0,2255	1,345	0,1285		
1	0,8000	−0,0970	1,100	0,0420	−0,571	2,130
2	0,8200	−0,0865	1,085	0,0360		

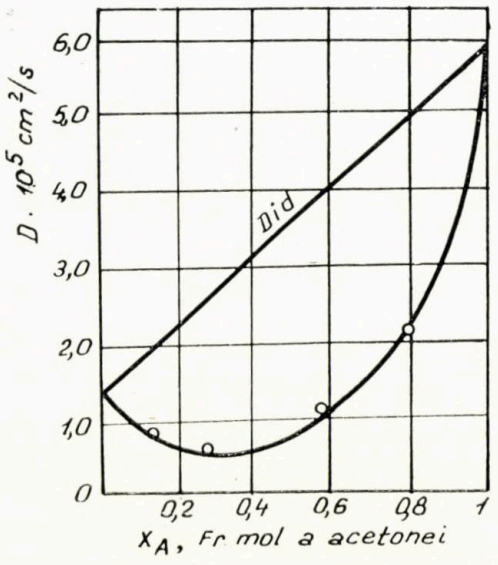


Fig. 10. Efectul concentrației asupra difuzivității în sistemul acetonă — apă la 25 °C ;
——— curbă experimentală ; o — valori calculate.

Calculînd prin ultima metodă gradientul de activitate au rezultat valori care introduse în ecuația (33) au dus la obținerea unor coeficienți de difuzie foarte apropiați de cei experimentali (tabela 3 și figura 10).

Efectul temperaturii asupra coeficientului de difuzie

Efectul temperaturii poate fi apreciat atît din factorul de difuzie F definit de Wilke [14] și considerat, pentru mai multe amestecuri, independent de temperatură, cît și din relațiile teoretice sau empirice de estimare a coeficientului de difuzie. Totuși unele studii publicate mai recent [32, 21] au arătat că valoarea coeficientului de difuzie variază exponențial cu temperatura conform relației :

$$D = A \cdot e^{E0/RT} \qquad (37)$$

unde E_0 reprezintă energia de activare, iar A o constantă specifică sistemului.

Concluzii

Lucrarea a prezentat cele mai importante relații și metode de calcul al coeficienților de difuzie în amestecurile binare gazoase și lichide.

Din datele din literatura de specialitate, precum și din exemplele prezentate a reieșit că valorile obținute prin calcul sînt în bună concordanță cu cele experimentale, cu excepția binarelor lichide neideale, unde nici pînă în prezent nu există o relație sau metodă sigură de calcul al coeficienților de difuzie la diverse concentrații ale amestecurilor.

Ținînd seama de acest lucru, precum și de dificultățile și erorile posibile în determinările experimentale, se poate trage concluzia că pentru calculele inginerești unele dintre aceste relații și metode constituie un mijloc rapid și sigur de apreciere a coeficienților de difuzie.

BIBLIOGRAFIE

1. Yost, W. Diffusion in Solids, Liquids and Gases. Academic Press Inc, New York, 1952.
2. Bird, R. B., Stewart, W. E. și Lighfoot, E.N. Transport Fenomen, John Wiley Sons, Inc., New York, 1960.
3. Innes, K. K. și Albrigt, L. F. În : Ind. Eng. Chem. **49**, 1957, p. 1793.
4. Li, J. C. M. și Chang, P. În : Chem. Phys. **23**, 1955, p. 518.
5. Eyring, H. În : J. Chem. Phys. **4**, 1936, p. 283.
6. Stearn, E., Irish, E. și Eyring, H. În : J. Phys. Chem., **44**, 1940, p. 981.

7. Powell, R. E., Roseveare, W. F şi Eyring H. În: Ind. Eng. Chem. **33**, 1941 p. 430.

8. Mc. Laughlin, E. În: Trans. Faraday Soc. **55**, 1959, p. 28.

9. Rice, S. A. În: J. Chem, Phys. **31**, 1959, p. 584.

10. Rice, S. A. şi colab., În: J. Chem. Phys. **31**, 1959, p. 575.

11. Rice, S. A. şi Kirkwood, J. G. În: J. Chem. Phys. **31**, 1959, p. 901.

12. Collins, F. C. şi Navidi, M. H. În: J. Chem. Phys. **22**, 1954, p. 1254.

13. Kamal, M. R. şi Canjar, L. N. În: A.I. Ch. E. Journal **8**, 1962, p. 329, Chem. Eng. Progress, **62**, 1, 1966.

14. Wilke, C. R. În: Chem. Eng. Progress., **43**, 3 1949.

15. Scheibel, E. G. În: Ind. Eng. Chem, **46**, 1954, p. 2007.

16. Othmer, D. F. şi Thakar, M. În: Ind. Eng. Chem. **45**, 1933, p. 589.

17. Wilke, C. R. şi Chang, Pin În: A. I. Ch. E. Journal, **1**, 1955, p. 264.

18. Olander, R. D. În: A. I. Ch. E. Journal, **7**, **1**, 1961.

19. Thomaes, G. şi Van Itterbeek, În: J. Mol. Phys., **2**, 1959, p. 372.

20. Ravdel, A. A. şi Porai, A. B. În: Zhur. Prikl. Khimii, **40**, 2, 1967, p. 456.

21. Van Geet, A. L. şi Admson, A. W. În: Ind. Eng. Chem. **57**, 7, 1965.

22. Hartley, G. S. şi Crank, K. În: Trans. Faraday, Soc. **45**, 1949, p. 801.

23. Irani, R. R. şi Adamson, A. W. În: Phys. Chem. **64**, 1960, p. 199.

24. Darken, L. S. În: Trans. Am. Inst. Mining Met. Engrs. (Metals Div.), **17** S, 1948, p. 184.

25. Hammond, B.R. şi Stokes, R. H. În: Trans Faraday Soc. nr. 49, 1935, p. 980; nr. 52, 1956, p. 781.

26. Jonhnson, P.A. şi Babb, A.L. Chem. Rev. nr. 56 1956, p. 387.

27. Rathbun. R.E. şi Babb, A.L. În: I.E.C. Process desing and development, nr. 5, 1966, p. 3.

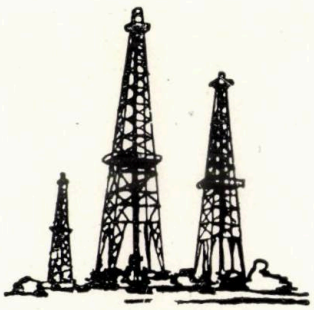
28. Cullinan, H. T. În: Ind. Eng. Chem. Fundamentals, **5**, 1966, p. 281; 1968, p.519; 7, 1968 a, p. 177.

29. Vignes, A. În: Ind. Eng. Chem. Fundamentals, 5, 1966, p. 189.

30. Leffler, J. şi Cullinan, H. T. În: Ind. Eng. Fundamentals, **1**, 2970, p. 80.

31. Beare, G. W. Mc Vicar, G.A. şi Ferguson, J.B. În: J.Phys. Chem. **34**, 1930, p. 1310.

32. Robinson, R. A. şi Stokes, R. H. În: Ann, Rev. Phys, Chem. nr. 8, 1957.



DOCUMENTARE

*** **Noi descoperiri în regiunea arctică a Canadei.** În : Petroleum Press Service, **XXXIX** nr. 7, 1972

Importanța rezervelor descoperite în extremul nord al Canadei — de către Imperial în delta fluviului Mackenzie și de către Panarctic în insule — au accelerat proiectele de construire a conductelor de transport al petrolului și al gazelor naturale pînă în S.U.A.

Imperial a anunțat recent că în delta fluviului Mackenzie, la sonda Atertack E—41 în peninsula Tuktoyaktut, s-a găsit un strat de gresie impregnat cu petrol la o adîncime de peste 1 300 m. Importanța acestei descoperiri constă mai ales în amplasarea sa la 6 km nord-est de sonda Mayogiak P—17.

Rezervele de gaze naturale ale societății Imperial estimate în prezent la 84 miliarde m^3 sînt dublul cantității socotiți necesari pentru justificarea unei conducte pînă în S.U.A. În ultimii doi ani s-au cheltuit 20 mil. dolari pentru studiul unei rețele de 48" diametru, cu o capacitate de transport de 98 mil. m^3/zi. Este probabil că lucrările de construire a acestei conducte, care va costa mai multe milioane de dolari, vor începe în anul viitor.

Mai la nord, în insule, Panarctic a făcut o a doua descoperire de gaze naturale, la Drake Point, în insula Melville ; guvernul a anunțat că rezervele sînt suficiente pentru a justifica construirea unei alte conducte de transport al gazelor naturale, care să traverseze Canada de est. Releveul de recunoaștere aerian pentru o conductă de 3 000—3800 km peste insulă va studia două căi posibile plecînd din insula Cornwalles din centrul arhipelagului arctic : una care ar urmări coasta de răsărit a golfului Hudson pînă la Montreal și cealaltă coastă de vest a golfului Hamilton, Ontario.

***Dezvoltarea producției în Tunisia.** În : Pétrole informations, nr. 1238—1239, 1972

Pentru anul viitor se prevede o producție de petrol de 7 mil. t în Tunisia. Zăcămîntul Sidi el Itayem, intrat în producție în acest an produce 400 000 t/an, zăcămîntul Sidi-Behara va produce 600 000 t/an, zăcămintele El Borma și Douleb, 4 200 000 t/an, iar zăcămîntul submarin de la Ashtart va produce 1 500 000 t/an.

Tunisia a devenit producătoare de petrol în anul 1966 cu zăcămîntul El Borma a cărei producție inițială de 600 000 t nu a încetat să crească : 2 200 000 t în anul 1967, 3 154 000 t în anul 1968, 3 715 000 t în anul 1969, 4 042 000 t în anul 1970 și 4 120 000 t în anul trecut.

*** **Producția Nigeriană va atinge curînd 320 000 m^3/d.** În : Petroleum and Petrochemical Int. **12** nr. 6, iun. 1972, p. 72

Producția Nigeriei de petrol este în prezent de 280 000 m^3/d și se așteaptă ca pe baza noilor dezvoltări să atingă în 1973—1974 cifra de 320 000 m^3/d. În ultimele șase luni s-au pus în valoare trei noi zăcăminte marine : Ekpe cu o producție de 8 000 m^3/d, Inim cu o sondă care erupe cu 2 800 m^3/d și Utue, cel mai nou, unde sonda are și ea o producție ridicată. Exploatarea acestor șantiere se face de pe platforme construite în ape adînci de circa 50 cm. Se lucrează intens la conductele submarine de legătură cu terminalele de încărcare, în curs de mărire pentru a putea primi nave petroliere de 80 000—100 000 dwt.

Cranfield, John. **Dezvoltarea producției marine în Spania.** În : Petroleum and Petrochemical Int. **12**, nr. 6, iun. 1972, p. 80.

Se estimează ca dezvoltarea noului șantier marin de la Amposta Marino va costa 24 mil. $. Acest șantier se află la 21 km de coasta de est a Spaniei. Sonda de descoperire C—1 a dat la probe o producție de 385 m^3/d iar a doua sondă B—1 a erupt cu debite pînă la 2 000 m^3/d. Societatea exploatatoare Shell-España are în curs de instalare o platformă de exploatare cu o înălțime de 65 m, cu o punte de lucru de 16,5 × 15,5 m, cîntărind 500 t. De pe aceasta se vor săpa șase sonde direcționale din care patru de exploatare și două de injecție. Stocarea țițeiului produs se va face provizoriu într-o navă petrolieră de 35 000 dwt. Se așteaptă ca în octombrie 1972 producția șantierului să atingă 8 000 m^3/d.

***Descoperirea unui nou bazin petrolifer în zona Peruană a Amazonului.** În : Oil And Gas J. **70**, nr. 23, 5 iun. 1972, p. 45.

Societatea de stat Peruană Petroperu a găsit un al treilea bazin petrolifer pe rîul Corrientes, afluent al Amazonului. Sonda X — Pavayacu are un potențial de 160 m^3/d, țiței cu densitate 0,916. Ea se află la 24 km nord-vest de sonda X—1 Corrientes care a dat 480 m^3/d. Pe baza acestor rezultate se așteaptă ca producția peruană de țiței să atingă 32 000 m^3/d în 1976 și 80 000 m^3/d în 1980. Se proiectează construcția unei conducte magistrale de la șantierul principal Trompeteros, spre coasta Oceanului Pacific. Deocamdată țițeiul se încarcă în șlepuri pe rîul Corrientes și prin rîurile Tigre și Marañon ajunge la Amazon.

***Zăcămîntul de la Sidi el Itayem.** În : Pétrole informations nr. 1238—1239, nr. 7, 1972.

În anul 1971 s-a efectuat un foraj la 30 km nord-vest de Sfax, la Sidi el Itayem nr. 1, SiT 1 care a descoperit la o adîncime de circa 2 400 m, formațiuni calcaroase impregnate cu hidrocarburi pe o grosime de 30 m. Două alte foraje SiT 2 și SiT 3 au confirmat existența zăcămîntului care a intrat recent în producție cu un debit de 400 000 t/an. Rezervele zăcămîntului sînt de 10 000 000 t țiței de circa 40 ° API asociat cu gaze în proporție de 50 m^3 gaze la 1 m^3 țiței.

Pentru a evacua producția zăcămîntului s-a construit o conductă de 82 km lungime și 20 cm diametru pînă la La Skhirra.

Abdullaev, R. M. ș.a. **Influența proprietăților reologice ale rocilor asupra stabilității pereților sondei.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 7, iul. 1972, p. 6

În lucrare se studiază deformația de alunecare a rocilor din zona din jurul găurii unei sonde netubate, supuse la presiune litostatică.

Pentru a preveni pierderea stabilității rocilor, trebuie cercetate proprietățile reologice ale rocilor forate și pe baza parametrilor determinați experimentali, trebuie ales fluidul de foraj cu greutatea specifică necesară și filtrația minimă. Rolul fluidului de foraj fiind acela de a asigura o contrapresiune în gaura de sondă în așa fel ca rocile din pereți să sufere deformații minime, rămînînd continuu în echilibru.

Parametrii de alunecare a rocilor supuse la compresiune manoaxială se pot determina cu ajutorul legii succesorale Bolztmann-Volterra, considerînd nucleul cu singularitate slabă de tip Abel, iar deformația de alunecare a rocilor se poate stabili prin încercarea probelor respective cu ajutorul unei instalații speciale.

S-a constatat că factorul timp și greutatea specifică a fluidelor de foraj influențează într-o măsură importantă asupra valorii tensiunilor radiale și tangențiale normale.

Șahbazov, Ia. G. **Cu privire la problema normării nivelului fiabilității pompelor de noroi.** În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **52**, nr. 6, iun. 1972, p. 47.

În lucrare se examinează problemele normării după eficiență economică a nivelului fiabilității pompelor de noroi tip U8—4.

S-au stabilit relațiile de calcul și valorile numerice optime pentru probabilitatea funcționării sigure, pentru nivelul de fiabilitate și de funcționare la refuz a pompei de noroi.

Plecînd de la condiția asigurării funcționării fără opriri a pompei de noroi, aceasta în scopul prevenirii diferitelor complicații și a accidentelor de fund în cursul forajului, s-a determinat frecvența acceptabilă de refuzuri de funcționare.

Pentru aducerea frecvenței refuzurilor de funcționare la un nivel satisfăcător, trebuie realizată o mărire pînă la 800—1 000 ore a anduranței tehnice a pieselor părții hidraulice a pompelor de noroi și o aplicare largă a înlocuirilor profilactice.

Abbasov., A. A. ş. a. **Cercetarea influenţei ţiţeiurilor cu caracter nenewtonian dizlocuite cu apă caldă asupra recuperării.** În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeaistvo, **52**, nr. 6, iun. 1972, p. 24.

S-a cercetat influenţa proprietăţilor structurale şi mecanice a trei feluri de ţiţei cu viscozităţi apropiate, dar deosebite prin valorile tensiunii interfaciale, asupra recuperării în cazul procesului de dizlocuire a lor cu apă caldă, la presiunea de 100 at şi temperaturi de 20—300° C.

S-a stabilit, că prin mărirea temperaturii apei de injecţie pînă la 300°C ritmul de creştere a recuperării ţiţeiurilor cu proprietăţi structurale şi mecanice este mai ridicat în comparaţie cu ţiţeiurile care n-au asemenea proprietăţi. Intensitatea acestei influenţe se manifestă pînă la 80°C, după care factorul de recuperare creşte mult, precum se pare datorită pierderii treptate a proprietăţilor structurale şi mecanice a ţiţeiului, respectiv a creşterii filtraţiei prin mediul poros.

Bill Evans şi K. E. Gray. **Efectul caracteristicilor fluidului bentonitic asupra vitezei de foraj.** În : J. Petrol. Technol. iun. 1972, p. 657.

O serie de experimentări făcute într-un dispozitiv ce reproduce condiţiile de fund au dus la următoarele rezultate :

1. Sensibilitatea la apă a rocii (grezia de Berca) nu influenţează viteza de foraj.

2. Viteza de foraj cea mai mare nu s-a obţinut cu apă curată ci cu un noroi avînd 1% bentonită (în greutate).

3. Simpla cunoaştere a unei caracteristici fizice a unui fluid de foraj nu poate arăta influenţa acelui fluid asupra vitezei de foraj. Filtrarea, diferenţa de presiune între gaură şi formaţiune şi viscozitatea cinematică influenţează viteza de foraj dar nu o controlează independent.

4. Permeabilităţile a două formaţiuni pot fi aproximativ egale cu o secţiune foarte mică sub sapă (o distanţă de aproximativ 1 mm sub sapă) chiar dacă permeabilităţile iniţiale ale formaţiunilor erau diferite.

W. L. Kirk. **Practicile de foraj adînc în Mississippi.** În : J. Petrol. Technol, iun. 1972 p. 633.

Sondele de mare adîncime din Statul Mississippi sînt interesante prin condiţiile grele de foraj : formaţiuni cu presiuni anormale, hidrogen sulfurat şi adesea sare.

La multe sonde coloanele se uzează în special în dreptul genunchiurilor din gaură sau acolo unde au flambat. Din această cauză se controlează regulat uzura coloanelor. Pentru a împiedica flambarea coloanelor se cimentează pe o lungime mare.

Coloana de 9 5/8 in care este supusă la acţiunea hidrogenului sulfurat şi pentru a evita distrugerea ei prin fragilizare se utilizează burlane avînd duritatea maximă R_cS 22 la 24. Tot din cauza hidrogenului sulfurat se rupeau prăjinile. Pentru evitarea accidentelor se utilizează prăjini din oţel cu limita de curgere mai mică de 66,5 kgf/cm²; aceasta a dus însă la necesitatea de a se utiliza în partea superioară prăjini extragroase. În plus la extremitatea superioară a ansamblului de prăjini grele se intercalează stabilizatori şi o serie de prăjini cu perete extragros.

Au fost studiate şi accidente datorate oboselii îmbinărilor. Ele s-au eliminat, practic, prin utilizarea de îmbinări echilibrate (rezistenţa mufei de 2 1/2 ori rezistenţa cepului) şi prin strîngerea corectă la înşurubare (moment suficient).

Momentul cel mai eficient a fost găsit a fi un noroi cu solide puţine (4—5%) tratat cu gel şi sodă caustică şi filtrarea controlată cu lignosulfonat.

Înhibitarea H_2S-ului se face cu var şi sodium dicromat.

În cazul cînd este nevoie de un noroi greu se trece la un sistem de emulsie inversă ce se îngreunează pînă la 1,74 kgf/dm³. La cimentarea coloanelor, acolo unde s-a săpat cu emulsie între fluidul de foraj şi ciment se introduc două dopuri de fluid îngreunat. Un dop de motorină imediat după fluidul de foraj urmat de un dop de apă sărată după care urmează pasta de ciment. Pentru a evita scăparea sondei manifoldul de erupţie ce conţine duzele este dublat, fiind de fapt două manifolduri independente.

Loksin, V. S. **Cu privire la forma raţională a elementelor de etanşare din cauciuc ale pacherelor.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 7, iul. 1972, p. 21.

Elementele de etanşare din cauciuc ale pacherului mecanic sînt supuse în sondă la compresiuni tridimensionale sub solicitarea sarcinii axiale şi la acţiuni fizico-chimice ale mediului. Aceşti factori produc în cauciuc procese de relaxare, care duc la mari deformaţii remanente, la fisuri şi la creşterea diametrului.

Cercetările de schelă arată că deformaţia se petrece, de regulă, în zona de concentraţie a tensiunilor de pe marginile elementului de etanşare din cauciuc, mai ales dinspre partea aplicării sarcinii. Aceasta a impus studierea influenţei formei sale asupra mărimii tensiunilor produse în cauciuc şi distribuirii lor în lungul elementului de etanşare.

Determinările experimentale efectuate pe un stand special, legate de aflarea celei mai raţionale forme pentru elementele de etanşare a pacherelor au dus la următoarele concluzii :

— forma raţională a elementelor de etanşare din cauciuc pentru pacherele cu acţionare mecanică este forma de butoiaş cu unghiuri de teşire de 1—2° ;

— suprafaţa feţei frontale a elementului de etanşare din cauciuc trebuie să aibă un unghi exterior de teşire cuprins în limitele 30 la 40°.

Tînkova, O. E. **Extragerea lichidului din sondă prin utilizarea proprietăţilor de rezonanţă a coloanei lichide.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 7, iul. 1972, p. 47.

În prezent se manifestă interes pentru diferitele procedee de extragere a lichidului, bazate pe aplicarea proprietăţilor elastice şi de inerţie a coloanei de lichid din sondă.

Examinarea acestor procedee duce la următoarele concluzii :

1. La procedeele de extragere a lichidului, bazate pe utilizarea rezonanţei coloanei lichide, debitul mediu util de lichid este mult inferior debitului însoţitor oscilant realizîndu-se astfel pierderi hidraulice foarte mari.

2. La procedeul de extragere a lichidului bazat pe generarea pulsaţiilor de presiune la gura sondei, oscilările necesare în zona gurii sondei trebuie să fie atît de mari, încît este îndoielnic să poată fi asigurate cu sistemele de comprimare existente. Realizarea acestui procedeu de extragere ar fi puţin eficientă.

3. În cazul utilizării pompei cu vibrator submersibil, folosirea regimurilor de „cursă lungă" este dificilă din cauze tehnice. Funcţionarea eficientă cu regimuri de înaltă frecvenţă impune aplicarea unor accelerări mari de inserţie (de ordinul a cîtorva g). Este evident că procedeul de extracţie cu ajutorul vibratorului submersibil nu prezintă perspective practice.

4. Pompele cu vibrator submersibil se pot utiliza la adîncimi reduse şi niveluri statice mari de lichid.

Detkov, V. P. ş. a. **Cercetările experimentale şi industriale pentru realizarea unui contact rezistent între inelul de ciment şi coloană.** În : Burenie, nr. 7, iul. 1972, p. 16

În cadrul cercetărilor efectuate pentru a obţine un contact rezistent între inelul de ciment şi coloană s-a stabilit că adezivitatea este o funcţie de calitatea pastei de ciment şi de rugozitatea suprafeţei de contact. Se prezintă rezultatele determinării experimentale a adeziunii diferitelor paste de ciment la burlanele cu suprafaţă exterioară rugoasă. Burlanele s-au curăţat şi s-au acoperit cu răşină epoxidică şi nisip cu bobul mare, iar ca pastă de ciment, s-a găsit că amestecul din ciment Portland cu nisip de cuarţ sau loess asigură o bună adezivitate. Forţa de adeziune în asemenea condiţii creşte la 168,7 kgf/cm² faţă de 5,5 kgf/cm² cît este în cazul burlanelor netede şi paste de ciment utilizate curent.

Se descrie instalaţia pentru aplicarea în condiţii industriale a acoperirii cu răşină epoxidică şi nisip pe suprafaţa exterioară a burlanelor.

Se prezintă rezultatele încercării burlanelor cu suprafaţă rugoasă tubate la sonde aflate în condiţii geologice complexe.

Berejnoi, A. I. ş. a. **Experienţa utilizării tiocolului la consolidarea găurilor sondelor de gaze.** În : Burenie, nr. 7, iul. 1972, p. 22.

În prezent nu există un material universal de obturare pe bază de ciment Portland, care să aibă o rezistenţă mare mecanică şi la coroziune şi să fie impermeabil, asigurînd pentru sondele de gaze o izolare fiabilă a orizonturilor productive.

Un astfel de material, pompat în cantitate redusă în spaţiul inelar, deasupra orizontului productiv, trebuie să fie destul de plastic, să nu fie permeabil pentru gaze, iar sub

presiunea gazelor să asigure, fără a se degrada, o mărire a etanşeităţii spaţiului inelar. În general acestor condiţii răspund materialele din cauciuc. Însă, pentru a fi pompabile în spaţiul inelar este posibilă utilizarea numai a înlocuitorilor acestora, respectiv a polimerilor lichizi, cum sînt, de exemplu, tiocolii (din grupul polimerilor de polisulfuri organice — înlocuitorul cauciucului).

În scopul arătat mai sus, s-a utilizat pentru prima dată şi cu rezultate bune pasta de obturare pe bază de ciment şi tiocol. Rezistenţa la compresiune a problor din această pastă s-a ridicat pînă la 350 kgf/cm ^{2}. Probele s-au caracterizat prin impermeabilitate totală la gaze şi rezistenţă mare la coroziune. Pentru reglarea consistenţei pastei de obturare pe bază de ciment şi tiocol s-a utilizat solventul AST-1 compus din metilmetacrilat, peroxid de benzoil şi dietilanilină.

G u r g i e v, A. G. ş. a. **Pastă de obturare pentru izolarea zonelor de influx preparată pe bază de praf captat cu filtrele electrice de la fabricile de ciment.** În : Burenie, nr. 7, iul. 1972.

S-a cercetat posibilitatea utilizării prafului captat cu filtrele electrice de la cuptoarele fabricilor de ciment, pentru prepararea pastelor de obturare necesare izolării zonelor cu pierderi de noroi din timpul forajului.

Se prezintă rezultatele încercărilor de laborator pentru determinarea parametrilor pastelor de obturare pe bază de ciment şi praf de la filtrele electrice, tratate cu acceleratori de priză pentru reglarea proceselor de îngroşare, de priză şi de întărire.

Pe lîngă avantajele cu caracter tehnologic, utilizarea pastei de obturare pe bază de praf de la filtrele electrice prezintă o eficienţă economică importantă, datorită reducerii consumului de ciment de sonde la combaterea pierderilor de noroi din timpul forajului.

L î k o v, E. A. **Pacher cu comandă hidraulică pentru oprirea erupţiilor libere.** În: Burenie, nr. 7, iul. 1972, p. 33

Se descrie construcţia şi principiul de funcţionare a pacherului hidraulic pentru oprirea erupţiilor libere la sonde. Cu dispozitivul propus, prevăzut cu sistem hidraulic de comandă de la distanţă, se asigură cu o singură cursă a pistonului hidraulic introducerea pacherului pe gura sondei în erupţie şi armarea lui în coloana de burlane. Manevrarea dispozitivului nu necesită prezenţa omului în imediata apropiere a găurii de sondă.

Încercările dispozitivului la o sondă exprimentală cu erupţie liberă simulată au dovedit capacitatea de operare cu succes a dispozitivului şi reducerea de 9 — 10 ori a duratei de execuţie a operaţiei de închidere a sondei.

*****Detector de scăpări de gaze.** În: Pétrole informations, nr. 1238—1239, 1972

În Marea Britanie s-a pus recent la punct un sistem de detectare a scăpărilor de gaze.

Aparatul cîntăreşte 8 kg şi poate detecta urmele de gaze cu ajutorul unei flăcări de hidrogen, folosindu-se principiul ionizării flăcării. În prezenţa gazelor, aparatul emite un semnal electric proporţional cu volumul gazelor.

Rezultatele pot fi înregistrate. Aparatul este alimentat de o baterie nichel-cadmiu cu o durată de funcţionare de 25 h şi cu o rezervă de hidrogen pentru 60 h.

*****Interes crescînd pentru gazele naturale din Australia** În: Petroleum Presse Service, **XXXIX**, nr. 7, 1972

Japonia şi U.S.A. sînt interesate din ce în ce mai mult de gazele naturale din podişul de nord-vest şi din bazinul Amadeus din Australia. Rezervele conţinute în cele cinci zăcăminte (Goodwyn, Rankin, North Rankin, Angel şi Scott Reef) au fost evaluate la 56 miliarde m^3. Dat fiind însă că forajele continuă, se prevede o estimare de 110—140 miliarde m^3, mai mare deci decît cele 90 miliarde m^3 din zona de sud a Mării Nordului. Rezervele zăcămîntului de la Palm Valley, în bazinul Amadeus se ridică la 28 miliarde m^3.

Se pare că costul dezvoltării instalaţiilor de lichefiere a gazelor naturale din podişul de nord este de circa 500 milioane dolari australieni, în care nu este inclus costul tancurilor care să le transporte. O producţie de 17 mil. m^3/zi ar face necesare patru tancuri, fiecare de 120 000 m^3 capacitate, pentru a transporta aceste gaze în Japonia.

Recent, Woodside-Burmah a încheiat un acord pentru patru zone de cercetări pe podiş.

Dezvoltarea zăcămîntului de gaze naturale de la Palm Valley ar costa 1 000 mil. dolari australieni, implicînd şi construcţia unei conducte pînă la noul port la Golful Carpentaria, a unei uzine de lichefiere şi a unei flote de tancuri de transport al gazelor naturale lichefiate.

Orice export de gaze naturale lichefiate va trebui să aibă aprobarea guvernului deoarece, oficial, exporturile de petrol şi de gaze naturale sînt interzise. Totuşi guvernul a autorizat exportul gazelor de petrol lichefiate şi a declarat că va studia exportul gazelor naturale din zăcămintele situate la mari distanţe de consumatori.

*****Rezervele mondiale de gaze naturale.** În : Pétrole informations, nr. 1237, 1972

La sfîrşitul anului trecut rezervele mondiale de gaze naturale pot fi evaluate la 50 000 milarde m^3, deci cu 10 000 miliarde m^3 mai mult decît în anul 1970.

Cele mai importante rezerve se găseau în următoarele ţări: U.R.S.S., 15 452 miliarde m^3; U.S.A., 7 630 miliarde m^3; Iran, 3 014 miliarde m^3; Olanda, 2 349 miliarde m^3; Canada, 1 539 miliarde m^3; Arabia Saudită, 1 472 miliarde m^3; Marea Britanie, 1 132 miliarde m^3; Kuweit, 990 miliarde m^3; Libia, 835 miliarde m^3; Venezuela, 715 miliarde m^3; Australia, 702 miliarde m^3; Irak, 623 miliarde m^3; Pakistan, 552 miliarde m^3; R.F. a Germaniei, 396 miliarde m^3; Mexic, 326 miliarde m^3; Argentina, 215 miliarde m^3; Franţa, 195 miliarde m^3; Italia, 170 miliarde m^3.

*****Uzina de lichefiere a gazelor naturale de la Skikda.** În: Pétrol informations, nr. 1237, 1972

Uzina de lichefiere a gazelor naturale de la Skikda — un vast complex industrial — este alimentată prin conducta Hassi R'Mel-Skikda de 575 km lungime, cu o capacitate de 6 miliarde m^3/an care va fi ulterior mărită la 9 miliarde t/an şi apoi la 12 miliarde t/an. În prezent, uzina are trei linii de lichefiere fiecare cu o capacitate de 1,5 miliarde m^3; deci o capacitate totală de 4,5 miliarde m^3;

Instalaţiile generale sînt : instalaţia de refrigerare cu ajutorul apei de mare, o instalaţie de apă de răcire, o instalaţie de producere a azotului care cuprinde o instalaţie completă de producere a azotului lichid prin distilarea aerului atmosferic, un rezervor de azot lichid şi o reţea de distribuţie şi o instalaţie de producere a aerului comprimat.

Instalaţiile auxiliare cuprind un grup generator de vapori de 1,5 t/h pentru fiecare unitate de lichefiere care funcţionează cu gaze reziduale, un grup alternator de 2,5 MW pentru fiecare unitate, antrenat de turbină cu aburi, cu grup motor termic-alternator de 1,5 MW care furnizează energia necesară pornirii, o instalaţie de tratare a apei care alimentează căldările, o instalaţie de desalinizare a apei de mare cu o capacitate de 400 Nm^3/h, rezervoare de apă desalinizată şi potabilă, compresoare de aer.

Gazele naturale lichefiate sînt depozitate în două rezervoare metalice cu pereţi dubli, cu o capacitate utilă de 56000 m^3 fiecare, din care sînt pompate în metanierele care le transportă.

Procedeul folosit este procedeul TEAL (Technip air Liquide). Operaţiile sînt următorele:

— tratarea gazului prin eliminarea bioxidului de carbon şi deshidratare ;

— comprimarea în circuit închis :

— lichefierea, folosind un fluid refrigerent unic, care constă dintr-un amestec de azot şi hidrocarburi din gazele naturale. Elementele principale ale procedeului sînt : coloana de schimbătoare de joasă presiune pentru lichefierea gazelor naturale, coloana de schimbătoare de presiune mijlocie pentru lichefierea fluidului refrigerent şi compresorul fluidului refrigerent ;

— depozitarea.

Gazele naturale lichefiate au o temperatură de — 162°C.

F.J. G a r d n e r. **Şantierele gigantice din Siberia de vest vor avea o conductă de 48 in.** În : Oil Gas J., **70**, nr. 24,12 iun. 1972.

Creşterea spectaculoasă a producţiei de ţiţei din Siberia de vest, şi în special în regiunea mediană a fluviului Obi,

a dus imperios la necesitatea construcţiei de conducte de ţiţei cu diametru excepţional de mare.

Astfel s-a terminat o conductă de 48 in (1 219,2 mm) lungă de aproximativ 800 km, de la şantierele productive din regiunea medie a fluviului Obi, în direcţia sud-est spre Tomsk şi Anjero-Sudjensk, pe calea ferată, şi conducta Transsiberiană. Aceasta este prima secţiune importantă a sistemului de conducte principale care în final vor transporta ţiţeiul siberian, pînă la portul Nakodka la Marea Japoniei. Ea formează, de asemenea, secţiunea finală a unui inel uriaş de conducte în Siberia de Vest care va fi capabil de a transporta 3 400 000—3 500 000 t/zi, ce se aşteaptă a fi produse în această regiune în anul 1975.

Se lucrează, de asemenea, la o altă conductă de 48 in care va transporta ţiţeiul siberian din zona medie a Obiului peste Munţii Urali la Ametievsk în Tartaria de unde va ajuta la alimentarea conductei „Drujba" care furnizează ţiţei în partea europeană, a U.R.S.S. Polonia, Republica Democrată Germană, Cehoslovacia şi Ungaria.

Conducta ce merge la Anjero — Sudjensk va transporta ţiţeiul de la şantierul Samotlorskoie, cel mai mare şantier din U.R.S.S., a căror rezerve au fost estimate la aproximativ 2 miliarde de tone şi care ar putea uşor produce 230 000—300 000 t/zi. Adîncimea sondelor este mică, în jur de 1 500 m, iar forajul este uşor, o instalaţie de foraj poate săpa anual în jur de 40 000 m. Construcţia conductei se loveşte de greutăţi mari: mlaştini, pămînt îngheţat ce nu se dezgheaţă decît superficial vara şi iarna ger pînă la —50°C.

B. M. Boyce. **Şantierul Ekofisk din Marea Nordului în prima fază de producţie.** În: The Oil Gas J. **170**, nr. 24, iun. 1972, p. 87—90.

După opt luni de producţie stabilizată a celor patru sonde din şantierul Ekofisk se evidenţiază că şantierul este chiar mai bun decît s-a estimat. Probele de producţie au dus la cîteva observaţii interesante:

— roca rezervor este un calcar micro-fracturat, atît lateral, cît şi vertical;

— fluidul din zăcămînt este un ţiţei volatil sub-saturat, avînd o presiune de strat iniţială de 500 kgf/cm² şi o presiune de fierbere de 380 kgf/cm². Astfel 35 pînă la 40% din ţiţeiul recuperabil va fi produs pînă la atingerea presiunii de fierbere.

Probele de erupţie pe timp lung au arătat că fiecare sondă poate produce 1 600 t/zi. Cu probele făcute s-a terminat prima fază de producţie. În faza a doua, faza de dezvoltare, se vor săpa aproximativ 30 sonde de pe trei platforme şi se vor instala facilităţi de producţie pentru manipularea a 43 000 t/zi. Această fază a fost începută şi este destul de avansată.

Auldridge Larry. **Producţia mondială de ţiţei va depăşi cifra de 8 mil. m³/d.** În: Oil and Gas J. **70** nr. 23, 5 iun. 1972 p. 19.

Studiile de prognoză au arătat că în 1972 producţia medie mondială de ţiţei va fi de 8,15 mil. m³/d, reprezentînd o creştere de 6,5% faţă de 1971 (prod. medie 7,65 mil. m³/d). Această creştere este mai mică decît valorile de 8—10% din perioada 1966—70, dar mai mare ca aceea din 1970—1971 (5,6%). Producţia ţărilor capitaliste va creşte şi ea cu 6,5% la 6,67 mil. m³/d. Producţia din Orientul apropiat va creşte cu 12% atingînd 2,92 mil. m³/d. În Canada creşterea va fi de 15% (250 000 m³/d). Producţia din Marea Nordului, mai ales în zonele norvegiene şi daneze, va creşte cu 8,4% (61 200 m³/d). În Africa producţia va ajunge la 920 000 m³/d. În zona pacifică a Asiei, creşterea va fi de 16,9% ajungînd la 297 000 m³/d. Creşterea de producţie în S.U.A. va fi foarte mică, 0,1% (în 1971 s-a înregistrat o scădere de 0,9% faţă de 1970), producţia fiind de 1,52 mil. m³/d. În U.R.S.S. se va înregistra o creştere de 7%, producţia atingînd 1,4 mil. m³/d.

*** **Producere de proteine din gaze.** În: Petroleum Press Service, **39**, nr. 4, april. 1972, p. 145

Prima indicaţie pentru producerea de proteine din gaze apare în 1964, cînd firma Mobil Oil a reuşit să izoleze o ciupercă ce efectua oxidarea metanului şi fixa azotul din aer, creind un produs care conţinea 46—48% proteine. Apoi la Universitatea din Ontario-vest s-au efectuat culturi de microbi în metan pentru obţinerea de proteine de calitate superioară iar Shell studiază realizarea de proteine pornind de la gazul metan.

În 1970 American Institute of Gas Technology a pus în funcţiune o unitate pilot în valoare de 100 000 de dolari pentru producerea de proteine din gaze, o uzină cu capacitate de 9 mil. t an de proteine va intra în producţie în 1975. Aceasta ar costa 2,5 mil. dolari iar costul produsului va fi de 22 cenţi/kg.

Importanţa proteinelor produse pe cale sintetică din ţiţei şi gaze este apreciată pe plan mondial, pentru aceasta menţionîndu-se că în Japonia producţia de proteine din ţiţei va depăşi un milion de tone pe an începînd din 1975.

*** **O riglă de calcul pentru evaluarea la sondă a costului forajului.** În: Petroleum Times, 76, nr. 1938, 19 mai 1972, p. 20

Dresser Industries Inc, divizia de producţie, a elaborat o riglă de calcul care să permită calcularea la sondă a costului pe picior forat. Rigla permite aprecierea performanţelor diferitelor tipuri de sape şi ca atare alegerea sapei celei mai potrivite. Pe una din faţetele riglei, se determină preţul de cost pe picior forat, pe baza orelor de rotaţie în talpă, metrajului/sapă, costului instalaţiei pe zi (sau pe oră) şi a duratei unui marş. Pe cealaltă faţetă a riglei se află vitezele de foraj a căror menţinere sau depăşire ajută la controlarea preţului de cost/metru foraj.

N. N. Bruist. **Un nou tip de sondă de salvare.** În: J. Petrol. Tehnol. iun. 1972 p. 713.

În ziua de 25 martie 1970 Sonda 1 Cox din Mississippi SUA a fost scăpată în erupţie liberă în timp ce se extrăgea carotiera de la adîncimea de 6338 m. În acel moment 115 paşi erau extraşi şi 100 mai erau încă în puţ. După închiderea prevenitorului Hydril nu s-a putut circula imediat, carotierul fiind înfundat.

S-a pierdut timp cu desfundarea care s-a făcut lăsînd sonda să erupă pe prăjini şi mult lichid a fost azvîrlit afară. S-a restabilit circulaţia cu 210 kgf/cm² presiune, dar s-a erodat duza şi sonda erupea mari cantităţi de hidrocarburi gazoase amestecate cu H_2S şi noroi. S-a închis sonda, dar manometrul de 420 kgf/cm² a fost dat peste cap şi final ansamblul de prevenitoare a fost ridicat şi răsturnat, sonda s-a aprins şi turla a căzut. Ulterior sonda s-a oprit din erupţie la suprafaţă dar a continuat erupţia prin teren, injectînd fluide în formaţiunile aflate mai jos de 150—300 mm.

În această situaţie s-au început două sonde de salvare din care una Cox No 2 trebuia să intercepteze formaţiune productivă în apropierea găurii primei sonde. Cum forajul ei dura mult timp — a durat efectiv 17 luni — s-a pornit a doua sondă Cox No 4 tot deviată dar care trebuie să atingă coloana sondei avariate între 2 700 şi 4 000 m sau să se apropie şi să devină paralelă cu coloana sondei Cox No 1 la o distanţă mai mică de 5 m.

Pentru controlul sondei Cox No 4 în apropiere de sonda Cox No 1 s-au utilizat două metode noi.

— O metodă de măsurarea distanţei de coloană bazată pe măsurarea rezistivităţii.

— A doua metodă magnetostatică de măsurarea distanţei şi direcţiei coloanei sondei avariate faţă de gaura liberă ce se sapă.

S-a reuşit să se sape pe lîngă coloana de 9 5/8 in. din sonda avariată şi s-a tubat, după ce imagini luate cu un aparat de televiziune special au arătat că se atinsese coloana şi gaura se răsucea în jurul ei.

S-au găurit ambele coloane cu un perforator cu jet orientabil. După perforare s-au pompat 1 260 tone de ciment cu debit de pompare ridicat pînă la 9 000 l/min. Presiunea s-a ridicat pînă la maximum 273 kgf/cm² apoi, după ce formaţiunea s-a fisurat a scăzut la 210 kgf/cm².

Sonda a fost astfel omorîtă la 10 luni de la declanşarea erupţiei libere.

Controlul s-a făcut prin măsurare de temperatură şi auditiv, coborînd microfoane în sonda de salvare; de unde înainte de cimentare se putea auzi vîjiitul gazelor din sondă în erupţie, după cimentare nu s-a mai auzit nimic.

*** **Extinderea capacităţii de depozitare din portul Havre.** În: Pétrole Informations, nr. 1237, 1972

Necesităţile traficului de import al ţiţeiului în portul Havre au impus o mărire atît a volumului global de depozitare de

tranzit, cît mai ales al capacității fiecărui rezervor. Pînă la sfîrșitul primului trimestru al anului viitor capacitatea de depozitare a petrolului din portul Havre va fi mărită de la 3 200 000 la 4 000 000 m³ prin construirea a șase rezervoare de 90 000 m³ fiecare, de 74 m diametru și 22,40 m înălțime și a două rezervoare de 127 000 m³, de 88 m diametru și 22,40 m lățime.

Rezervoarele sînt construite din tablă de 38 mm grosime; capacul este de tip flotant „double deck".

Protecția contra incendiului se efectuează după procedeul olandez SAVAL, folosind gaze inerte (clorobromo-difluormetan), depozitate în butelii, pe capac, distribuite prin țevi fixate circular și proiectate prin pulverizatoare repartizate pe periferia rezervorului. În caz de incendiu, dispozitivul este declanșat prin detectori care acționează în același timp un semnal de alarmă la postul de control al depozitului. Sistemul de intervenție și alarmă este în întregime automatizat.

* * * **Extinderea conductei sud-europene.** În: Pétrol informations, nr. 1237, 1972

Construcția conductei sud-europene a fost decisă în anul 1958 pentru aprovizionarea Europei centrale cu țiței din portul petrolier Lavera.

Capacitatea acestei conducte cu un diametru de 34", inițial fixată la 13 mil. t/an, mărită la 25 mil. t/an în anul 1964 și la 30 mil. t/an în anul 1965, a atins în anul 1966 — 34,4 mil. t/an, maximul posibil din punct de vedere tehnic. Deoarece s-a ivit necesitatea măririi capacității acestei conducte, s-au adăugat diferite instalații care să-i mărească capacitatea la 70 mil. t/an într-o primă fază, și apoi la 90 mil. t/an.

Aceste instalații — noi conducte, stații de pompare și rezervoare — sînt următoarele:

— Două linii paralele cu conducte actuală de 34" diametru; o conductă de 260 km lungime și de 24" (61 cm) diametru între Fos și Lion și o conductă de 714 km lungime și de 40" (102 cm) diametru între Fos și Strasburg.

Linia de 34" diametru va rămîne legată de cele șapte stații de pompare principale; linia de 24" diametru este echipată cu două noi stații la Fos și la Salles-sous-Bois, iar linia de 40" este echipată cu o nouă stație la Fos-sur-Mer.

Capacitatea parcului de rezervoare va fi mărită în etape de a 1 760 000 la 4 000 000 m³

* * * **Rețea de conducte Porto—Marghera—Mantua-Ferrara.** In: Petrole informations, nr. 1237, 1972

Rețeaua de conducte Porto Marghera-Mantua-Ferrara transportă etilenă, propilenă, benzen și etilbenzen la Mantua și Ferrara unde se află uzinele Montecatini Edison.

Etilena este transportată în stare gazoasă, iar propilena și benzenul în stare lichidă. Capacitatea conductei este de 372 000 t/an etilenă, 272 000 t/an propilenă și 440 000 t/an alte produse.

Deoarece această rețea traversează o regiune cu mare densitate de populație s-au luat toate măsurile pentru a preîntîmpina poluarea. Conductele au fost încercate la presiuni superioare celor de serviciu, rețeaua a fost prevăzută cu 22 vane telecomandate care să secționeze conducta în caz de rupere sau scăpări, izolînd porțiunea defectă în cîteva minute.

Această rețea este în prezent cea mai importantă lucrare de acest fel realizată în Europa atît din punctul de vedere al dimensiunilor (trei canalizări cu o lungime totală de 469/km), cît și pentru faptul că la construcția ei a fost aplicată cea mai avansată tehnică.

* * * **Conducta submarină pozata la Mohammedia.** În: Petrole informations, nr. 1938—1939, 1972

Pentru a alimenta cele două rafinării din Maroc, aceea de la Sidi Kacun, cu o capacitate de 400 000 t/an și aceea de la Mohammedia cu o capacitate de 1 100 00 t/an se importă în fiecare an 1 250 000 t țiței din Algeria și din U.R.S.S. Mohammedia este cel mai important port petrolier din Maroc; rafinăria de la Samir este aprovizionată printr-o instalație compusă din două conducte submarine de 14" diametru. Mărirea capacității acestei rafinării a necesitat adăugarea unei alte instalații, compuse din:

— două conducte submarine de 2 050 m lungime și cu 30" și 14" diametru, protejate printr-un strat exterior de tip DC. Conducta de 30" este învelită cu un strat cu beton armat de 8 cm grosime;

— o conductă pozată pe sol de 3 500 m lungime și de 30" diametru între rafinărie și port;

— o geamandură de amaraj care permite acostarea petrolierelor de 100 000 t dw, de o greutate de 160 t și un diametru de 11,5 m, menținută pe blocurile de ancorare prin 6 cabluri de 250 și 300 m lungime.

Davis Jack A. **Execuția marelui rezervor submarin de la Ekofisk.** În: Petroleum and Petrochimie Int. **12** nr. 6, iun 1972 p. 68

Pentru stocarea țițeiului produs de marele șantier marin Ekofisk din zona norvegiană a Mării Nordului, este în curs de execuție un rezervor submarin cu o capacitate de 160 000 m³, ce va fi pozat în ape adînci de 70 m. El se execută la mal, din beton armat post-tensionat și va fi remorcat prin plutire pînă la locația sa finală unde va fi submers. Costul său se estimează la 50 mil. dolari greutatea sa totală fiind de 247 000 t.

El se compune dintr-o incintă exterioară dreptunghiulară 92 x 96 m, cu colțuri rotunjită, înaltă de 90 m care va servi de spargeval pentru rezervorul propriu-zis din interiorul său. Această incintă este prevăzută cu o serie de orificii circulare cu diametre variind de la 0,80 la 1,30 m care măresc efectul de reducere a energiei valurilor. Această incintă, cu grosimi de perete de 1,35 m la partea inferioară și de 1,83 m la partea superioară, se așează pe o bază de beton umplută cu nisip, înaltă de 6 m. În interiorul acestei incinte se află rezervorul propriu-zis, constituit din 9 compartimente înalte de 90 m, cu pereți groși de 0,50 m. Întreaga construcție este întărită prin 8 nervuri legînd incinta exterioară de rezervorul interior. Deasupra rezervoarelor se prevede o punte pe care vor fi instalate pompele, decantorul și un post de aterizare pentru elicoptere.

Țițeiul se aduce de la șantier printr-o conductă 20 in, cu o capacitate de încărcare de 56 000 m³/d. Rezervoarele vor fi întotdeauna pline, introducîndu-se apă sărată pe măsura evacuării țițeiului și viceversa.

Capacitatea de pompare a pompelor transvazînd țițeiul în vase petroliere este de 112 000 m³/d.

Isaacs Fred. **Un nou debitmetru sonic este în curs de încercare.** În: Oil and Gas **J 70** nr. 23, 5 iun. 1972 p. 66

Debitmetrele clasice pentru lichide, de tipul cu turbină sau volumetrice, au o durată de viață activă redusă fiindcă ambele au piese în mișcare care se uzează. Pentru a evita aceasta s-a reluat în studiu debitmetrele sonice, cunoscute mai demult. Primele tipuri aveau inconvenientul unei derive importante și a unei lipse de stabilitate a părții electronice. Noul tip NU Sonic a fost făcut stabil prin o altă concepție a circuitelor și o utilizare judicioasă a reacției. De asemenea, s-a eliminat atenuarea sonică datorită mediului lichid printr-un control automat al nivelului sonic.

Acest aparat are următoarele avantagii: 1) nu are părți mobile în mișcare; 2) are o bună liniaritate și repetabilitate (superioară debitmetrelor cu turbină); 3) o pierdere de presiune minimă; 4) un bun răspuns la variațiile de debit.

Aparatul se compune din: a—un ansamblu traductor; b—un transmițător și c—un receptor.

Ansamblul traductor se compune din doi traductori emițînd alternativ impulsuri de mare frecvență spre amonte și aval, pe o linie diagonală a secțiunii longitudinale a țevii. Diferența în timpul de parcurs este proporțională cu viteza de curgere a lichidului, conform relației:

$$v = \frac{Z\Delta t\, C^2\, tgQ}{2D}$$

unde:

V este viteza lichidului în conductă;

Δt — diferența între timpurile de parcurs în cele două direcții, amonte și aval;

C — viteza sunetului în lichid;

D — diametrul conductei;

θ — unghiul dintre axa conductei și drumul parcurs de sunet.

În această expresie intervine viteza sunetului C în lichid care variază cu temperatura, presiunea și natura produsului măsurat. Pentru a elimina acest factor, în loc de a măsura diferența de timpuri de parcurs se măsoară diferența de frecvență pe drumurile aval și amonte, Δf. Expresia devine:

$$v = \frac{\Delta f\, D}{\sin 2\theta}$$

Pentru a mări numărul de impulsuri pe unitate de volum de lichid trecut, Δf este multiplicat electronic ajungîndu-se la 3 000—6 000 impulsuri/m³. Aceste impulsuri sînt recepționate de un receptor de același tip ca la debitmetrele cu turbină cu totalizator și indicator de debit în unități uzuale.

Aparatul este amplasat în interiorul unei incinte anti-explozive, prevăzută cu încălzitor și termostat, ceea ce permite ca el să funcționeze la temperaturi exterioare de —40°C. Încercările au arătat o bună repetabilitate de ± 0,1% din întinderea totală a scalei (720 m³/h). Linearitatea este bună și se ameliorează utilizînd în amonte un dispozitiv de paralelizare a scurgerii lichidului. Se construiește pentru dimensiuni de conductă de la 4 la 48 in.

K e n n e d y J o h n . **Cum a fost săpată sonda cea mai adîncă din lume pînă la 9 000 m.** În : Petroleum and Petrochemical Int. **12**, nr. 6 iun. 1972 p. 63.

În februarie 1972 sonda 1 Baden (comitatul Beckham-Oklahoma) a atins adîncimea record de 30 050 ft (9162, 25 m) bătînd precedentul record deținut de sonda Ralph Lowe Estate 1—17 University (Texas) care a săpat pînă la 28 500 ft (8 689, 65 m). Cu această ocazie sonda 1 Baden a mai stabilit cîteva recorduri :

— cea mai lungă coloană de 20 in tubată, de 1466,57 m ;
— cea mai lungă coloană de $13^3/_8$ in tubată, la 4697,90 m ;
— cea mai adîncă coloană pierdută $9^5/_8$ in tubată, de la 4541,79 la 7101,73 m.

Costul acestei sonde se ridică la 5,5 mil. dolari. Ea a fost săpată cu ajutorul unei instalații speciale cu care comisia energiei atomice din SUA a săpat găuri de 3 m diametru la 1 500 m, în vederea realizării de explozii nucleare subterane. Troliul este acționat de motoare cu o putere de 3 000 CP și este prevăzută cu două pompe de nori fiecare de 1 650 CP.

Coloana $9\ ^5/_8$ in x 107 kg/m este de calitate S00 125 și S00 140. Coloana 7 in × 68,5 Kg/m este de calitate S00 90, iar coloana de 5 in × 34,4 kg/m care întregește coloana 7 in de la 3 338 m la talpă este de calitate V.150. Tubingul (servind de țeavă de omorîre) este $2^3/_8$ in × 7,9 kg/m (1470 m) întregit cu 2 1/16 in × 4,84 kg/m pînă la 5 500 m, de calitate C—75. Alegerea calității V. 150 pentru coloana 5 in și C—75 pentru tubing este făcută în vederea măririi rezistenței acestora la fragilizare prin acțiunea hidrogenului sulfurat.

În timpul forajului s-a produs un singur accident mai grav, cauzînd o instrumentație la adîncimea de 7 480 m prin ruperea dispozitivului de fixare a părții inferioare a coloanei 9 5/8 in (tubată în două reprize).

Viteza de foraj la adîncimea de 8 500 m a fost de 18—21 m/d. Durata totală a forajului a fost de 543 de zile.

În vederea tubajului coloanei de 20 in s-a săpat cu un noroi de 1,06 o gaură pilot de $12\ ^1/_2$ in, lărgită ulterior în două etape la 17 1/2 și 26 in. Pentru tubarea coloanei de $13^3/_8$ in s-a săpat o gaură $17\ ^1/_2$ in cu noroi de 1,32. De la adîncimea de fixare a acestei coloane pînă la 5 800 m s-a săpat cu noroi de 1,66 la care adăugîndu-se lignosulfonați s-a mers pînă la 7 150 m. Sub această adîncime se așteaptă ca în formațiunea Springer să se întîlnească presiuni ridicate, și densitatea noroiului s-a ridicat la 1,70. Tubîndu-se coloana $9^5/_8$ in care închidea această formațiune, s-a continuat forajul cu un noroi sărat de 1,16—1,22 la traversarea Mississippianului (carbonifer). Cu același noroi s-a săpat și formațiunea Hutton sub 8 700 m. Pentru a evita prinderea garniturii în zonele periculoase s-a utilizat prăjini grele scurte și în spirală, introducînd în garnitură și geale de foraj. La adîncimea finală, sonda a străbătut calcarul Viola de vîrstă ordoviciană care se consideră ca productiv. Temperaturile de fund au atins 232°C.

INFORMAȚII TEHNICO-ECONOMICE

În U.R.S.S., în Siberia occidentală au fost forate sonde eruptive de petrol și de gaze naturale în zăcămintele de la Zapolarnoe și Yamburg. Rezervele de gaze naturale recuperabile s-au ridicat la 3 000 miliarde m³. Straturile producătoare au peste 100 m grosime.

Sub zăcămintele de gaze naturale din Urengol și Gombkin, în regiunea Tiumen, s-au descoperit importante rezerve de petrol și gaze, în crustaceul inferior.

In Finlanda s-a încheiat un contract cu Tsvetmetpromexport pentru pozarea unei conducte de transport al gazelor naturale de 160 km lungime, de la Imatra la Kuvola și la Kotka. Cea mai mare parte a lucrărilor va fi efectuată de U.R.S.S. Conducta urmează să intre în funcțiune în cursul anului viitor.

În Marea Britanie s-a descoperit în Marea Nordului, în structura „Brent", la est de insulele Shetland, un zăcămînt de petrol care ar putea produce circa 40 mil. t/an.

In Franța se va construi o rafinărie, în Flandra noua zonă industrială a portului Dunkerque. Rafinăria, care va intra în funcțiune în anul 1974, va avea o capacitate de 6 mil. t/an. Vor fi folosite prevederile Companiei franceze de rafinare pentru unitățile de distilare atmosferică și de desulfurare și un procedeu VOP pentru unitatea de reformare catalitică.

In Mexic se vor construi o unitate de cracare catalitică fluidă cu o capacitate de 2 mil. t/an la rafinăria din Tula (situată la 80 km la nord de Mexico) și una asemănătoare la rafinăria din Salamanca (situată la 320 km la nord de Mexico), precum și o unitate de visbreaking cu o capacitate de 2 mil. t/an la Tula.

In Ecuador a început exportul de petrol după darea în funcțiune a conductei transandine de 500 km lungime cu o capacitate de 15 mil. t/an.

Ecuadorul devine astfel al doilea exportator de petrol din America latină, după Venezuela.

In Indonezia, sonda Alor Djimon nr. 1, la nord de Sumatera, a dat 136 t/zi la 756 m adîncime.

Aceasta este a treia sondă din cele 15 prevăzute a fi forate în partea de nord a insulei.

Alor Djima se găsește la 5 km de zăcămintele de la zăcămîntul Ice Tabere în nordul insulei care produce în prezent 1 050 000 t/an.

In Noua Zeelandă, rezervele de gaze naturale din zăcămîntul de la Kapuni sînt cu cel puțin 85% mai mari decît primele estimări, fiind evaluate, în urma studiilor efectuate, la 460 mil. BTU, față de 250 inițial.

In Danemarca a intrat în producție zăcămîntul Dan, situat în sectorul danez al Mării Nordului.

Producția va fi de 500 000 t/an.

In Olanda, zăcămîntul de gaze naturale de la Bergen a intrat în producție. Se estimează că rezervele de gaze naturale pe care le conține acest zăcămînt sînt de ordinul a 25 miliarde m³.

In Egipt, zăcămîntul El Razzaq situat în deşertul occidental, la 25 km sud-vest de zăcămîntul de la Alamein, produce 500 000 t/an, din trei sonde. Stratul producător, dolomită de Alamein, se află la o adîncime de 2 280 m.

În Ecuador a fost dată în funcţiune conducta transandină de transport al petrolului din jungla Amazonului pînă la portul Puerto Balov pe coasta oceanului Pacific. Capacitatea acestei conducte este de 20 mil. t/an. Lucrările au costat 150 mil. dolari, conducta atingînd în unele puncte o altitudine de 4 000 m.

In U.R.S.S. se vor face explorări în largul coastelor extrem-orientale, deoarece studii efectuate recent au detectat prezenţa unor structuri analoge celor care conţin hidrocarburi, din Japonia şi din insula Sakalin.

De asemenea, în largul coastelor de sud ale insulei Kolznev se desfăşoară o campanie de cercetări cu ajutorul unei platforme de foraj construite de Departamentul geologic din Peciora. Aceasta este prima campanie care se desfăşoară în bazinul Oceanului Glacial arctic.

In Japonia se va crea o societate niponă indoneziană, pentru importul ţiţeiului cu conţinut redus de sulf, cu un capital social de 500 mil. yeni. Petrolul importat va fi folosit în special de către societăţile japoneze de electricitate. Începînd cu viitorul an fiscal, noua societate va importa 58 mil. kl ţiţei indonezian timp de 10 ani.

In Italia se vor importa în acest an 350 000 t motorină din U.R.S.S. (faţă de 200 000 t în anul trecut).

In U.R.S.S. în primul semestru al acestui an producţia de ţiţei a fost de 200 mil. t. În anul trecut, producţia totală a fost de 378 mil. t.

In Marea Britanie producţia de gaze naturale a zăcămîntului de la Lockton, în Yorkshire, cel mai mare zăcămînt terestru din Marea Britanie, a scăzut de la 280 00 m³/zi (faţă de 1 000 000 m³/zi cît fusese estimată înainte de intrarea în producţie în cursul anului trecut). Estimarea rezervelor recuperabile a fost redusă la jumătate.

In Franţa se construieşte o a doua conductă între Bevue şi complexul de depozitare subterană de la Manosque. Noua conductă de 80 km lungime şi 50 cm diametru va fi paralelă cu cea existentă, va avea o capacitate de transport de 15 mil. t/an. Lucrările vor fi terminate în cursul acestui an. De asemenea, capacitatea de stocare a depozitului de la Manosque prevăzută să atingă 5 mil. m³ în anul viitor va fi dublată ajungînd la 10 mil. t în anul 1976.

In Republica Federală a Germaniei, asociaţia producătorilor de petrol şi-a schimbat denumirea — pentru a sublinia importanţa crescîndă a gazelor naturale — din Wirtschaftsverband Erdolgewinnung în Wirtschaftsverband Erdöl und Erdgasgewinnung.

La Wolhelmshaven se va construi o rafinărie cu o capacitate iniţială de 25 000 t/zi. Rafinăria de la Bremen va fi transformată în staţie terminală.

Guvernul regional din Renania — Palatinat a refuzat autorizaţia de construire a unei rafinării de 8,5 mil. t/an la Worms invocînd riscul de poluare a apei potabile.

In Olanda ministrul afacerilor economice a declarat că angajamentele de export de gaze naturale ale ţării totalizează în prezent 900 miliarde m³ din rezerve exploatabile de 2 450 miliarde m³ şi că accidentele geologice care au avut loc în zăcămîntul de la Glochteren ar putea fi cauza reducerii de la 5 la 4% al coeficientului de epuizare între anii 1975 şi 1980.

In Italia, Siciliana Lubrificanti va construi cea mai mare instalaţie de lubrefianţi din Europa, în apropierea rafinăriei de la Augusta în Sicilia cu o capacitate de 400 000 t produse de bază, care vor fi comercializate în Africa de Nord, în regiunea mediteraniană, în Orientul Mijlociu şi în Europa de Nord.

In Norvegia, SNPA a declarat că zăcămîntul de gaze naturale de la Frigg are rezerve probabile estimate la 300 miliarde m³. Sub rezerva rezolvării unor probleme comerciale şi politice, producţia acestui zăcămînt în anul 1976 ar putea fi de 10—12 miliarde m³.

In Suedia, departamentul industriei a efectuat un studiu privind gazele naturale care ar putea înlocui o treime din păcura grea consumată în prezent în centralele electrice şi în fabrici. Gazele naturale ar trebui să fie aduse din Marea Nordului — pentru Suedia occidentală şi meridională. Pentru oraşul Stockholm şi oraşele din regiunile Mälaren şi Norrköping, gazele naturale ar urma să fie aduse din U.R.S.S.

In Egipt se vor instala dispozitive pentru injectarea a 43 000 t/zi apă de mare în zăcămîntul de la Morgan din golful Suez. Această instalaţie va fi unul dintre cele mai mari proiecte din lume pentru menţinerea presiunii prin injecţie de apă şi va costa circa 30 mil. dolari, fără a socoti costul sondelor şi platformelor suplimentare.

In China producţia de ţiţei este în plină creştere. În regiunea Taching producţia din primele patru luni ale acestui an a crescut cu 21% faţă de aceeaşi perioadă a anului trecut, iar în regiunea Maoning cu 31% faţă de anul trecut.

In Australia, Delhi International Oil a găsit gaze naturale şi condensate în sonda Bolga nr. 1 la circa 15 km nord-est de zăcămîntul de gaze naturale şi petrol de la Tirrawarra în Australia meridională. În cursul a două încercări prin duze de 7 şi 16", de la nivele deosebite în Permian la 3 024—3 060 m şi la 3 080—3 120 m, sonda a dat debite zilnice de 296 000 şi 324 000 m³ gaze naturale şi condensate (care nu au fost măsurate).

In Suedia se construieşte o rafinărie cu o capacitate de 7 mil. t/an la Brofjorden la strîmtoarea Skagerrak. Costul acestei rafinării, estimat iniţial la 700 mil. coroane suedeze, a crescut la 1 100 mil. coroane.

In Franţa s-a mărit capacitatea uzinei de tratare a gazelor naturale de la Lacq la 31 mil. N m³/zi, construindu-se o unitate de separare a condensatelor de 4,5 mil. N m³/zi, o unitate de stabilizare a condensatoarelor cu o capacitate de 625 m³/zi şi o unitate de desulfurare cu dietanolamină cu o capacitate de 1,5 mil. Nm³/zi.

In Australia Magellan Petroleum Ltd (Brisbane) a încheiat un acord cu Pacific Lightning Corp. (Los Angeles) pentru furnizarea a 5 miliarde m³/an gaze naturale care vor fi lichefiate şi transportate în centrul şi sudul Californiei.

Elveţia va primi în anii următori 500 mil. m³/an gaze naturale din U.R.S.S. printr-o conductă care le transportă pînă la Geneva. În prezent se studiază două trasee ale conductei, unul pe sub lacul Leman şi altul pe malurile lui.

In Algeria s-a descoperit un zăcămînt important de gaze naturale la Tiguentour, la sud de El Goleah, în Sahara.

Tunisia şi Algeria vor exploata în comun zăcămîntul de petrol de la El Bonna situat pe frontiera comună, conform contractului încheiat în acest scop în care se stipulează efectuarea unui studiu privind posibilitatea ca Algeria să furnizeze gaze naturale Tunisiei şi mărirea producţiei de la Kess-Kessa de la 3 500 la 4 200 m³/zi.

În Indonezia Soc. Union Oil of California a răzbit o sondă într-o nouă regiune sonda 2 Kerindigan, la 32 km nord de marele şantier petrolifer Attaka din estul insulei Kalimantan (Borneo). Din două strate, sonda a debitat 588 m³/d, de la 2 700 m. Ţiţeiul, cu conţinut redus de sulf are o densitate de 0,871. Este vorba de o sondă marină la 11 km de coasta de est a insulei, la 24 km de terminalul marin Santan.

Kuweit. Societatea petrolieră naţională din Kuweit în combinaţie cu hispanoil au răzbit sonda 1 Rugei în vestul Kuweitului, care a dat la probe 320 m³/d ţiţei de densitate 0,876. Forajul sondei se continuă spre obiective mai adînci, la 4 800 m. Pe baza unor cercetări geofizice intense se va începe forajul unei noi sonde de exploatare spre zona centrală a Kuweitului.

In Siberia de Vest creşterea producţiei de ţiţei este foarte rapidă. Astfel în luna iunie 1972 a atins un maximum de 270 000 t/zi, media pe primele 5 luni din anul 1972 fiind de 170 000 t/zi faţă de media pe anul 1971 de 125 000 t/zi. Debitul planificat pe anul 1972 fiind de 180 000 t/zi rezultă că nivelul de producţie la zi a fost depăşit cu mai mult de 4 000 t/zi.

Se anunță, de asemenea, o nouă descoperire de țiței în provincia Tiumen, care este cea de a patra descoperire majoră în regiunea de mijloc a fluviului Obi în acest an.

Sonda de exploatare din noul șantier Kokriakovskoe a produs 225—270 t/zi de la adîncimea de 2 200 m. Stratul are o grosime de 33 m. În același timp sonda de explorare în extindere din șantierul Feodoroscoe, descoperit vara trecută în zona Surgut din regiunea medie a fluviului Obi, arată precis că acest șantier este un gigant.

Feodoroscoe este considerat a fi inferior numai șantierului Samatlorscoe, care a fost descoperit în 1967 și care are rezerve probabile de 2 miliarde t țiței.

In Canada s-a construit la Ram River (Alberta) o uzină de tratare a gazelor naturale de la Strachan-Ricinus, cu o capacitate inițială de 6,8 mil. m^3/zi care va fi mărită în anul viitor la 11 mil. m^3/zi.

Producția zilnică va fi de circa 6,5 mil. m^3 gaze naturale comercializabile, 560 m^3 condensate și 4 000 t sulf.

Uzina va folosi procedeul sulfreen, după licența SNPA care permite o recuperare a sulfului în proporție de 98%, fiind prima unitate care folosește un procedeu atît de eficient la scară industrială în Canada.

In Siberia occidentală au fost forate sonde eruptive de petrol și gaze naturale în zăcămintele Zapolarnoe și Yamburg. Rezervele de gaze recuperabile se ridică la 3 000 miliarde m^3. Straturile producătoare au peste 100 m grosime.

Sub zăcămintele de gaze naturale de la Urengol și de la Gombkine s-au descoperit importante rezerve de petrol și gaze în cretacicul inferior.

ABONAȚI-VĂ

PENTRU ANUL 1973

LA REVISTA:

PETROL ŞI GAZE LEI 160 (apariție lunară)

Abonamentele se primesc pe adresa: CENTRUL DE DOCUMENTARE AL INDUSTRIEI CHIMICE ȘI PETROLIERE, București, Calea Plevnei nr. 139, Sectorul VII, telefon 49.22.60, în contul de virament nr. 640.301.14, Banca Națională a Republicii Socialiste România, Filiala Sectorului I.

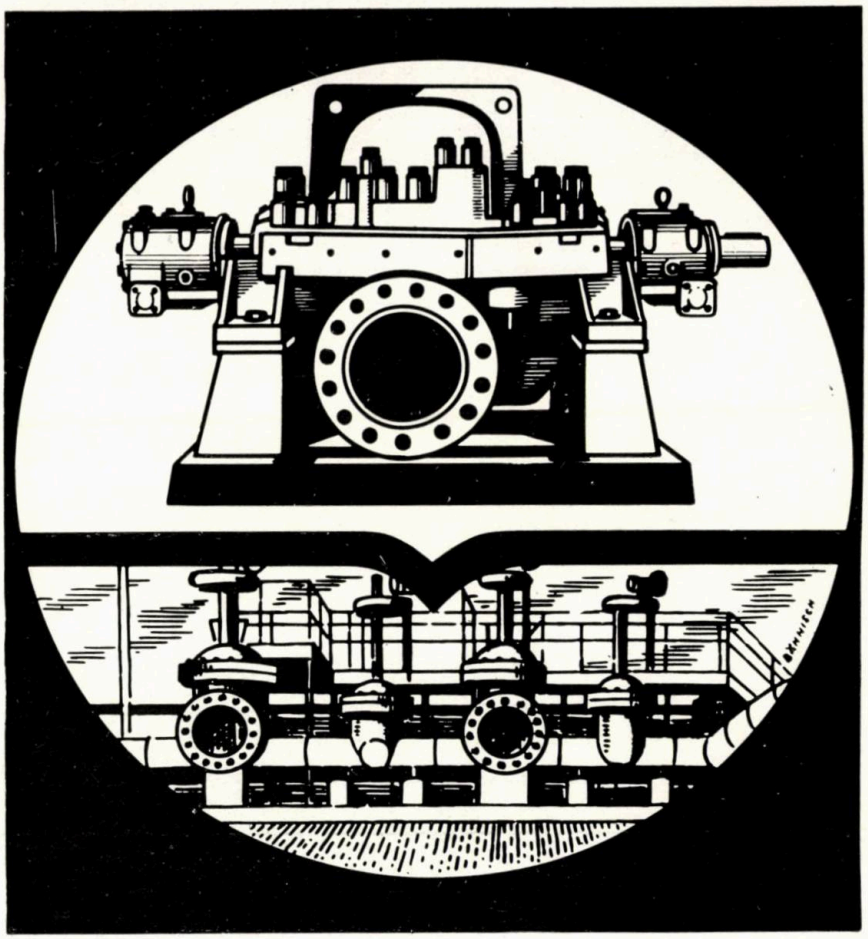
Costul unui abonament anual individual pentru cadrele tehnice, didactice, studenți etc. lei 30.

OMKER MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1883

EXPERIMENTATE
PE PLAN INTERNAȚIONAL
SIGURE, SUPUSE
DIFERITELOR ÎNCERCĂRI

POMPELE PENTRU MAGISTRALE DE ȚIȚEI

pentru transportul fluidelor pînă la 4 000 m^3/h, sînt caracterizate printr-o mare siguranță în exploatare și prezintă multiple avantaje tehnice în construcție, montaj și exploatare.
Pompele au fost folosite cu succes ani de zile în cadrul unor sisteme de magistrale cunoscute pe plan mondial, ca, de exemplu, „Traseul prieteniei", magistralele din Polonia, Ungaria, România, Iugoslavia, CSR și RDG.
Se livrează pentru sarcini de 220 m pînă la 450 m, temperaturi de fluide pînă la 80°C și medii cu o viscozitate de 80 cSt
Au multiple întrebuințări și în petrochimie.



Cereți informații suplimentare.

VEB KOMBINAT PUMPEN UND VERDICHTER — STAMMBETRIEB
VEB PUMPENWERKE HALLE
DDR—402 HALLE/SAALE — TURMSTRASSE 94—96

EXPORTATOR

Technocommerz GmbH
DDR—108, Berlin-Johannes-Dieckmann Strasse 4—6

Republica Democrată Germană
Ambasada RDG în R.S.România
HPA TKB TechnoCommerz
București, Drumul Taberei, str. Compozitorilor 30, sc. 1.

PUBLICOM

Revista PETROL și GAZE. Redacția : București, Calea Plevnei, 139, telefon 49. 22. 60. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice și petroliere telefon 49. 22. 60. Calea Plevnei 139, cont 640 301-14. Banca Națională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector 1 București. Tarif pentru întreprinderi : lei 160 anual ; tarif pentru abonamente individuale : lei 30 anual. Prețul unui exemplar lei 8. Taxele poștale plătite în numerar pe anul 1972 conform aprobării D.P.D.P. nr. 10/9416/1971.

I. P. I. c. 1875

14 330

geomin

FOREIGN TRADE COMPANY ● SPLAIUL INDEPENDENȚEI 202
BUCHAREST – ROMANIA ● TELEPHONE: 13.00.94
TELEX 011263

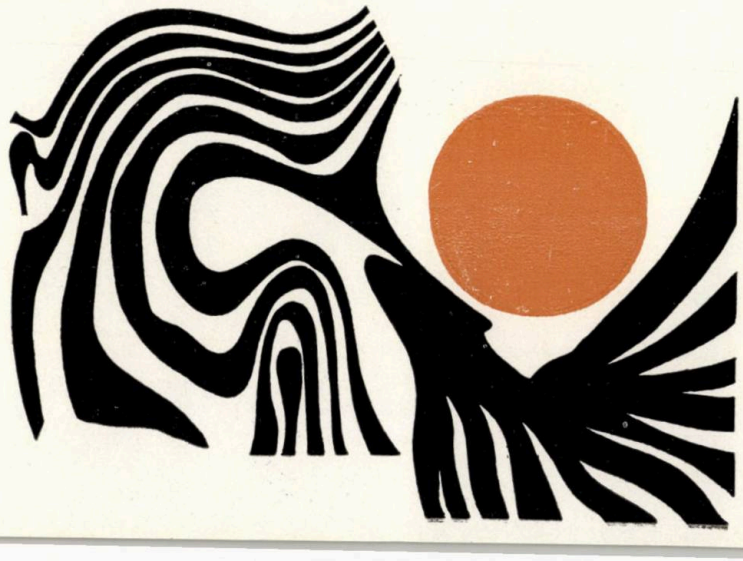
GEOMIN ensure the development of mineral deposits by supplying complete installations operating at the world level of technology and applying techniques of high efficiency. By means of their specialized institutes and highly skilled staff they can carry out:

- geological surveys and explorations, technological research and studies in their own laboratories and pilot plants ;
- feasibility studies for different types of deposits ;
- general and working designs for mining projects and non-ferrous metalworking, as well as ancillary works (land planning, water catchment, railways and highways, power stations storehouses, accommodations for personnel etc.);
- Technical assistance and training of personnel for operating the installations supplied

GEOMIN also supply mining equipment for open cast and underground exploitations as well as the equipment and machines necessary for dressing plants and non-ferrous metallurgy.

GEOMIN also provide for the oil extractions industry:

- Synthesis studies or the appraisal of oil and gas reservoirs;
- Exploration programmes;
- Geological surveys;
- Geophysical prospecting;
- Structural drilling;
- Drilling of exploration and development wells;
- Designs, deliveries; production facilities (tank farms, pipelines etc.)



CHIMPEX

CONSTANŢA

Str. Caraiman nr. 2, Telex 014273, telefon 11316, sau 24320

Se ocupă de realizarea exportului şi importului de produse chimice şi petroliere pentru porturile Constanţa, Brăila, Galaţi, Giurgiu

PRINCIPALELE PRODUSE PETROLIERE EXPORTATE SÎNT:

BENZINE PENTRU AUTOMOBILE ■ BENZINE PENTRU AVIOANE ■ PETROL PENTRU TRACTOARE ■ COMBUSTIBIL DIESEL ■ COMBUSTIBIL DIESEL, pentru nave maritime şi fluviale ■ PETROL LAMPANT ■ COMBUSTIBIL PENTRU TURBOREACTOARE – produse caracterizate prin puritate, stabilitate chimică şi volatilitate rapidă şi completă ■ COMBUSTIBIL PENTRU ÎNCĂLZIRE ■ O GAMĂ FOARTE VARIATĂ DE ULEIURI LUBRIFIANTE ■ UNSORI CONSISTENTE ■ BITUM INDUSTRIAL ■ PARAFINĂ ■ PRODUSE PETROLIERE din procese secundare de prelucrare a ţiţeiului ■ SOLVENŢI PETROLIERI ■ BITUM PENTRU DRUMURI

EXPORTĂM DE ASEMENEA:

HIDROCARBURI AROMATICE ■ VASELINE ■ ULEIURI ALBE

ALTE PRODUSE:

— Acetat de vinil monomer, anvelope, acid acetic, acetat de vinil, B naftol, bachelită, bicarbonat, bicromat, coloranţi carbid (diverse sortimente), detoxan, extras de tanin, fibre poliester, nitrocalcar, polietilenă, plăci de celuloid, polistiren, negru de fum, sulfat de aluminiu, sulfat de sodiu, sodă caustică, uree, sodă grea etc.

IMPEXMIN

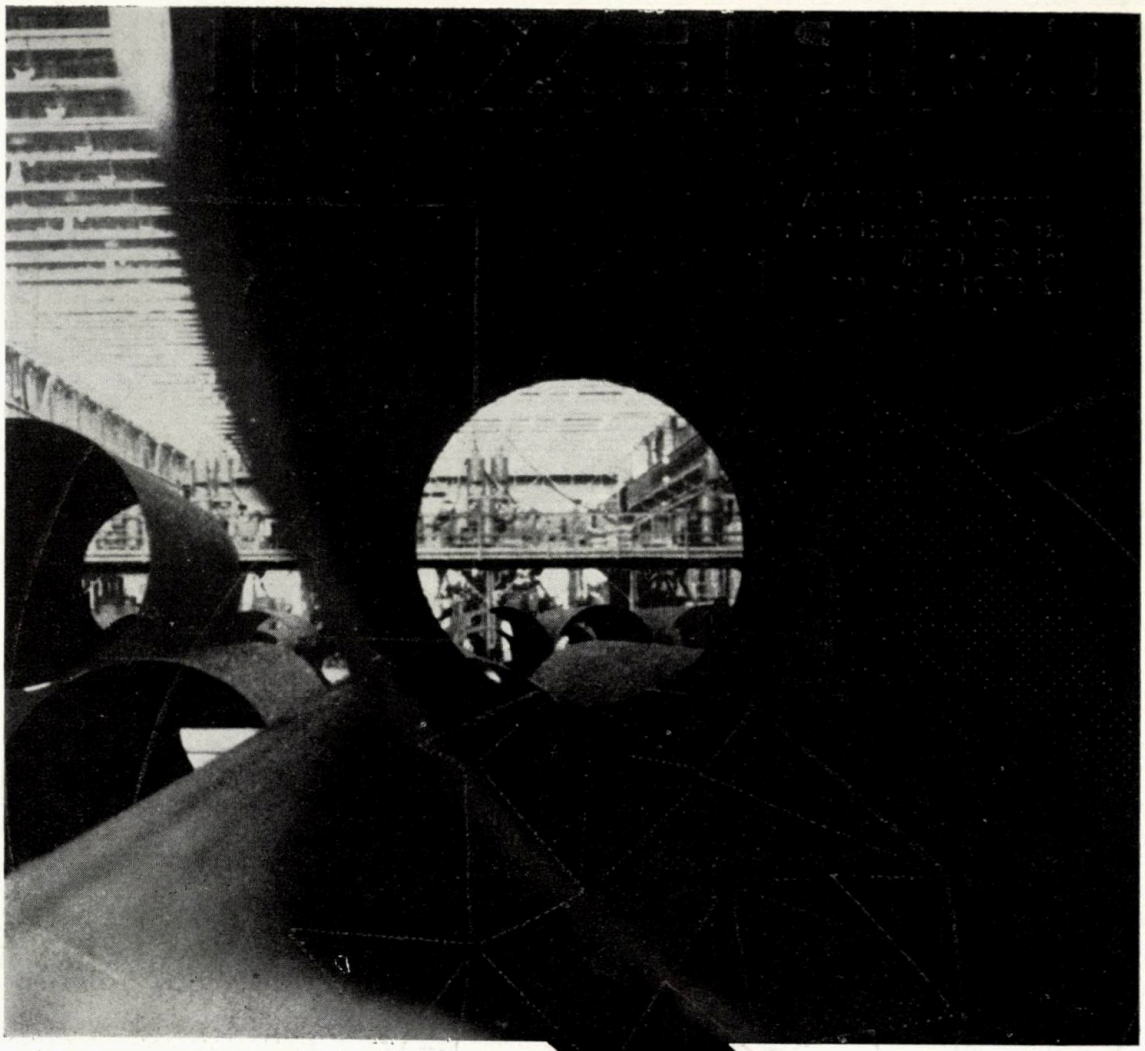
ENTREPRISE POUR LE COMMERCE EXTERIEUR • ROUMANIE •

București – ROMÂNIA
Str. C. A. Rosetti nr. 13
tel 12 62 18
12 62 71 telex 588

Nous vous présentons ci-après nos produits d'exportation:

Sel, Minerai de Manganèse, Gas naturel, Bitume naturel, Houille minérale, Craie, Talc, Diatomite, Baryte, Bentonite, Mica, Quartz, Sable de fonderie, Piere moulue, Terre refractaire, Dacit, Argile, Asbeste, Wollastonite, Feldspath, Witterite, Kaolin, Dolomite, Houille, Graphite, Craie moulue.

OUTILS ET APPAREILLAGE POUR MESURES SPÉCIALES DANS LES PUITS PÉTROLIERS.



Oţelul italsider este exportat prin siderexport

Italsider produce ţevi sudate longitudinal şi spiral de diametru mediu şi mare pentru conducte de ţiţei şi gaze, apeducte, pentru lucrări de desţelenirea pămîntului şi irigaţii şi alte conducte în general.

Finsider Group

edited by ITALSIDER P. R. Dept.

Siderexport
via XII ottobre 2
16121 Genova Italia
telephone 5494 telex 27202 Siderexp

PUBLICOM

CHIMIMPORT

exporte une gamme etendue de produits chimiques de base et intermediaires

Citons en particulier:

SUBSTANCES INORGANIQUES:

CARBURE DE CALCIUM ■ BICARBONATE DE SOUDE
CHLORURE DE CALCIUM ■ CHLORURE DE CHAUX
GEL DE SILICE ■ BICHROMATE DE SOUDE
CHLORURE D'ALUMINIUM ANHYDRE ■ SULFATE D'ALUMINIUM
OXYDE DE MAGNESIUM ■ CARBONATE DE MAGNESIUM
CHLORE LIQUEFIE

ACIDES ORGANIQUES:

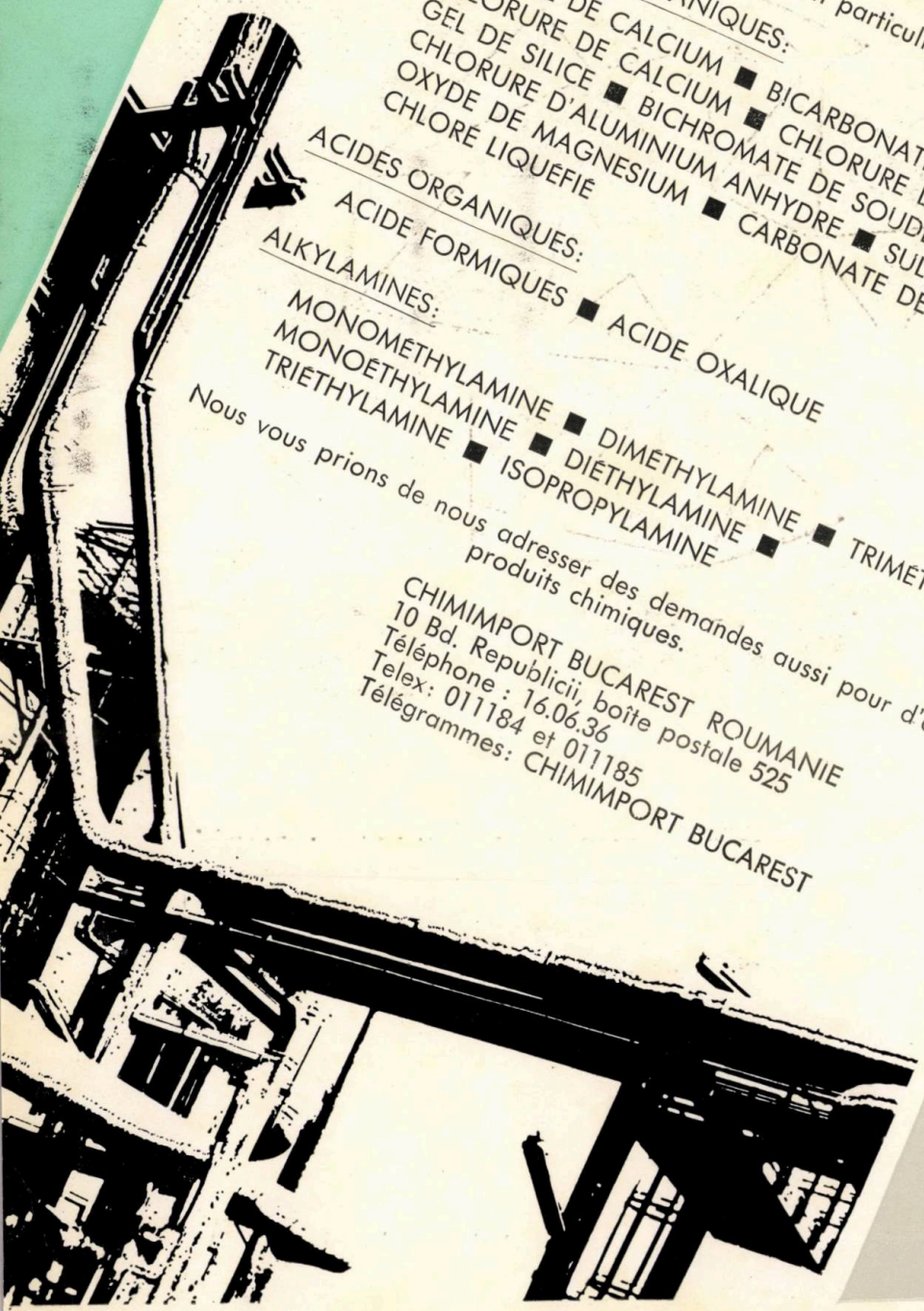
ACIDE FORMIQUES ■ ACIDE OXALIQUE

ALKYLAMINES:

MONOMETHYLAMINE ■ DIMETHYLAMINE ■ TRIMETHYLAMINE
MONOETHYLAMINE ■ DIETHYLAMINE ■
TRIETHYLAMINE ■ ISOPROPYLAMINE

Nous vous prions de nous adresser des demandes aussi pour d'autres produits chimiques.

CHIMIMPORT BUCAREST ROUMANIE
10 Bd. Republicii, boîte postale 525
Téléphone : 16.06.36
Telex: 011184 et 011185
Télégrammes: CHIMIMPORT BUCAREST



CHIMIMPORT
BUCUREȘTI

RAFINARIA

BRAZI

PRODUCE:

— PARA — XILEN de puritate 99,2% pentru fabricarea fibrelor sintetice poliesterice,

— ORTO — XILEN de puritate 99,6% pentru fabricarea anhidridei ftalice,

— ETIL—BENZEN de puritate 99,6% pentru fabricarea stirenului;

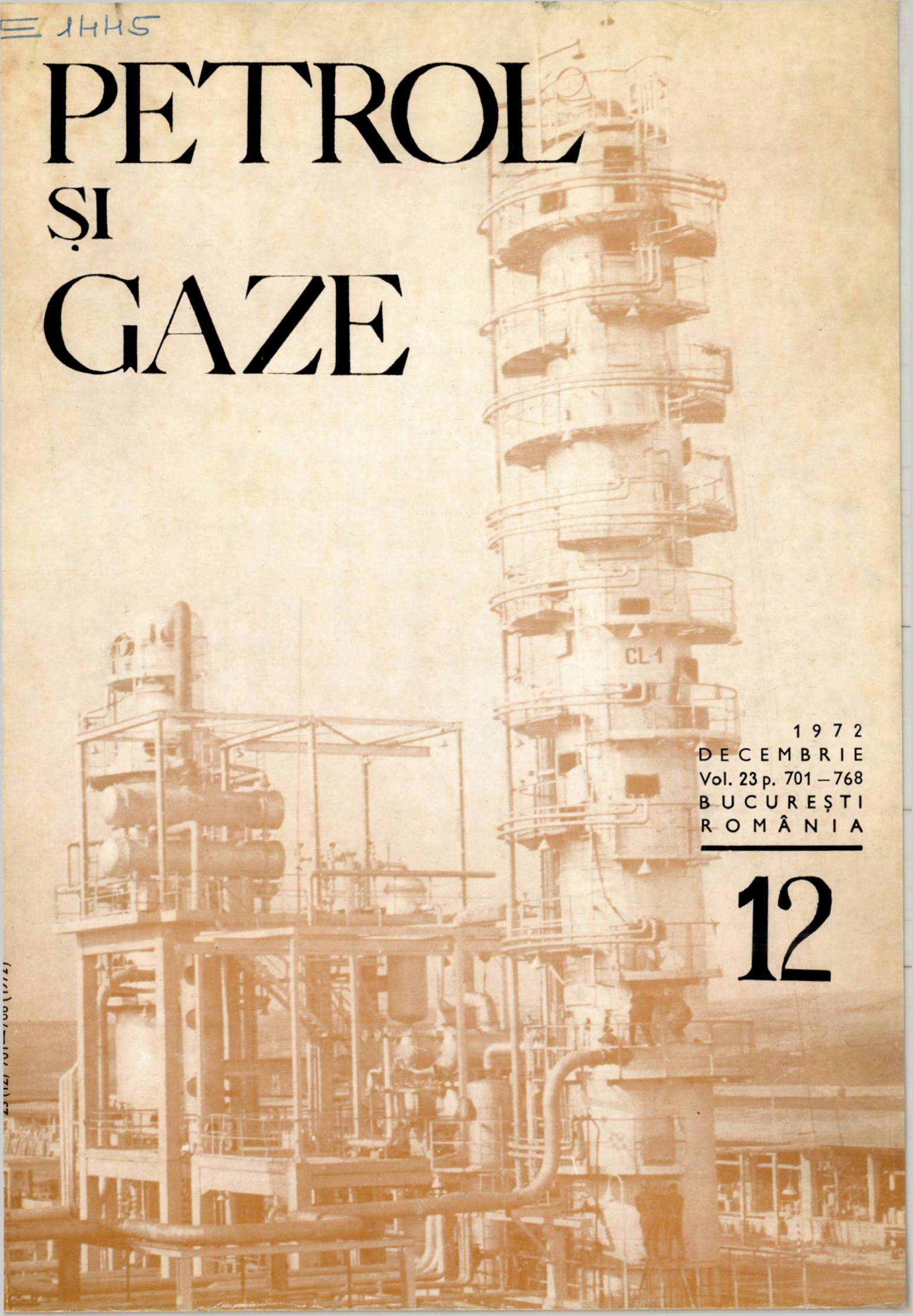
— BENZEN, TOLUEN, META — XILEN și o gamă largă de hidrocarburi parafinice ușoare pentru industria chimică și pentru uzul casnic.

LIVREAZĂ:

- *benzine super auto și avio*
- *combustibili pentru motoare cu reacție*
- *petroluri și motorine superioare*
- *hidrocarburi aromatice de înaltă puritate*
- *gaze lichefiate pe bază de repartiții*

= 1HH5

PETROL ȘI GAZE



1 9 7 2
DECEMBRIE
Vol. 23 p. 701 – 768
BUCUREȘTI
ROMÂNIA

12

Pour tous travaux miniers et géologiques s'adresse à

geomin

GEOMIN

ENTREPRISE D'ÉTAT DE COMMERCE EXTÉRIEUR
SPLAIUL INDEPENDENȚEI 202 ● BOUCAREST—ROUMANIE
● TÉLÉPHONE: 13.00.94 ● TELEX: 01 12 63.

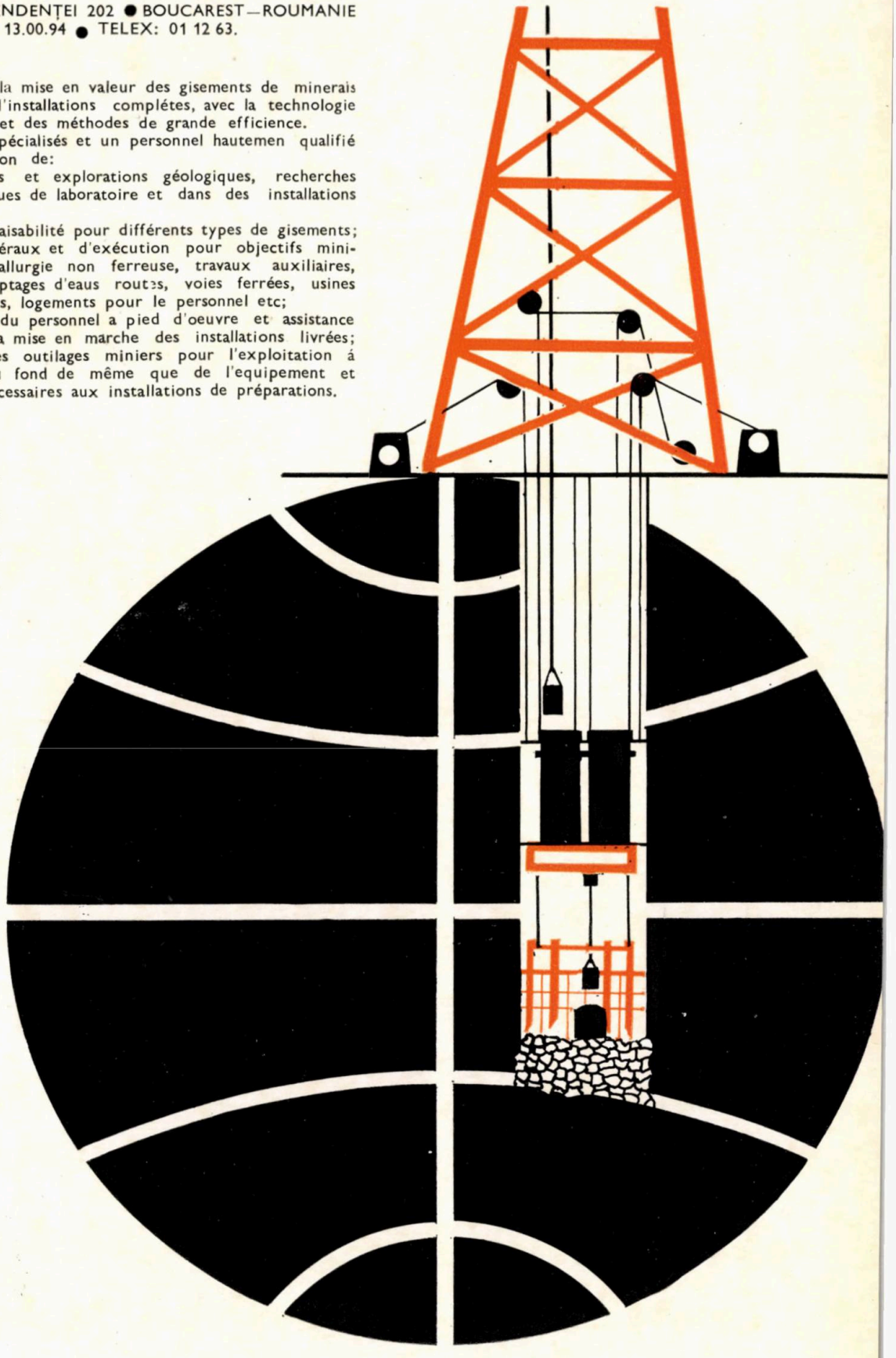
GEOMIN assure la mise en valeur des gisements de minerais par la livraison d'installations complétes, avec la technologie la plus moderne et des méthodes de grande efficience.

Des instituts spécialisés et un personnel hautemen qualifié assurent l'exécution de:

— prospections et explorations géologiques, recherches technologiques de laboratoire et dans des installations pilote:
— études de faisabilité pour différents types de gisements;
— projets généraux et d'exécution pour objectifs miniers et de métallurgie non ferreuse, travaux auxiliaires, aménagements, captages d'eaus routes, voies ferrées, usines électriques dépôts, logements pour le personnel etc;
— instruction du personnel a pied d'oeuvre et assistance technique pour la mise en marche des installations livrées;
— livraison des outilages miniers pour l'exploitation á ciel ouvert ou au fond de même que de l'equipement et des maschines nécessaires aux installations de préparations.

GEOMIN offre aussi pour extraction de pétrole:

— études de synthèse pour évaluer les gisements de pétrole et de gaz
— programmes d'exploration
— prospections geologiques
— prospections geophysiques
— forage structural
— forage de puits d'exploration et d'exploitation
— projets, livraison et construction d'utilités la instalations annexes (conduits, réservoirs etc.



PETROL ŞI GAZE

ORGAN AL INSTITUTULUI CENTRAL DE CERCETĂRI CHIMICE – BUCUREŞTI DIN MINISTERUL INDUSTRIEI CHIMICE

şi al

INSTITUTULUI DE CERCETARE ŞI PROIECTARE TEHNOLOGICĂ PENTRU INDUSTRIA EXTRACTIVĂ DE ŢIŢEI ŞI GAZE – CIMPINA DIN MINISTERUL MINELOR, PETROLULUI ŞI GEOLOGIEI

ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁRES DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

CUPRINS

VOL. XXIII, Nr. 12
decembrie 1972

* * * **25 de ani de la proclamarea Republicii. Succese de prestigiu în dezvoltarea economică şi socială a României** 707–709

* * * **Cincinalul înainte de termen. Înaltă eficienţă economică în activitatea de producţie** 710–712

* * * **Cel de al 2-lea Tîrg internaţional – Bucureşti 16–24 Octombrie, 1872** 712–714

D. Beju: **Zonare şi corelare a paleozoicului din platforma moesică pe baza asociaţiilor palino-protistologice** 714–722

I. D. Dragoev: **Teoria înaintării sapei. I** 723–727

N. Puşcoiu: **Variante de exploatare a zăcămintelor de gaze** 728–737

L. Orăşanu: **Studiul chimic al ţiţeiurilor din unele şantiere din Transilvania** 738–742

N. Simescu: **Criterii privind optimizarea funţionării staţiilor de comprimare utilizate în România la extracţia şi transportul gazelor** 743–746

I. Geangălă şi M. Bălan: **Unele aspecte privind calculul grosimii pereţilor conductelor de transportat gaze** 747–756

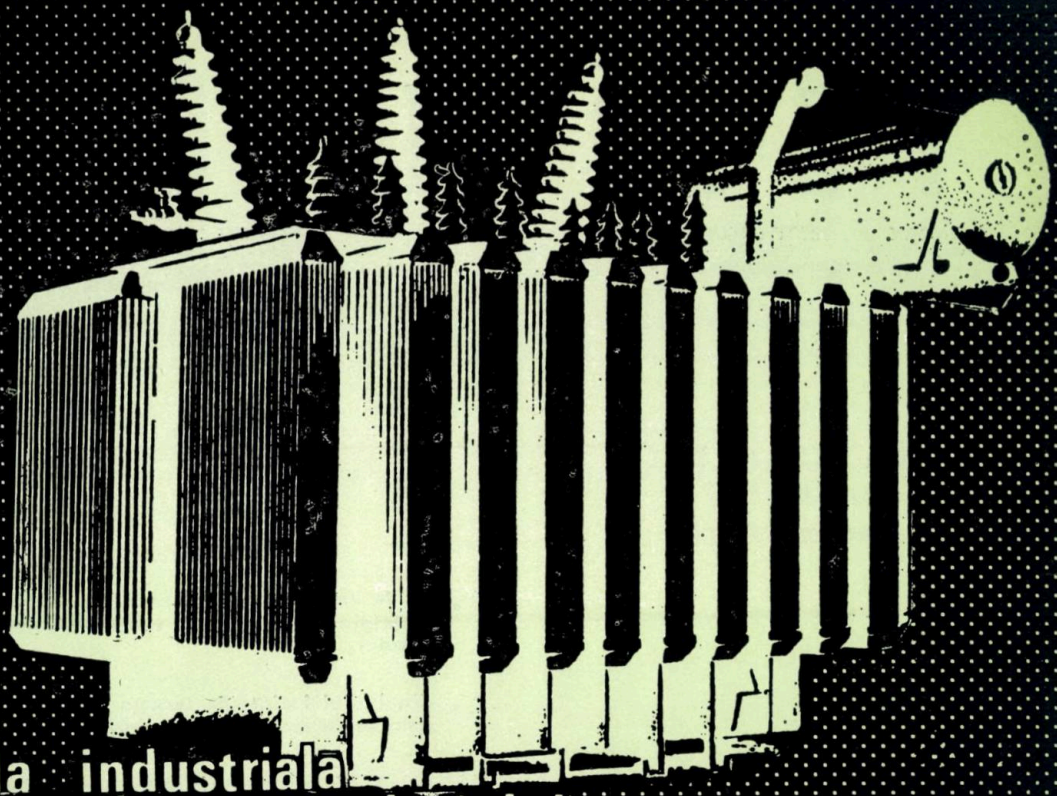
Cronică 713

Documentare 757–760

Informaţii tehnico-economice 761–762

Recenzii 763

Index 764–766



Centrala industriala
pentru prelucrarea țițeiului

RAFINĂRIA PLOIEȘTI

RAFINĂRIA PLOIEȘTI

Bd. Petrolului nr. 59
Telefon 10220

PRODUCE ȘI LIVREAZĂ PENTRU EXPORT.

DUPĂ NORMELE INTERNAȚIONALE

VDE	0370/10.66
B.S.	148/1959
I.S.	355/1963
GOST	982/1956

ULEIURI ELECTROIZOLANTE
LIVRAREA LA CERERE ÎN CISTERNE CF
SAU AMBALATE ÎN BUTOAIE A 200 LITRI

CONTENTS

* * * **25 Years Since the Proclaiming of the Republic. Prestigious Successes in the Economic and Social Development of Romania.** 707—713

D. Beju : **Zoning and Correlation of the Paleozoic of the Moesian Platform on the Basis of Palynoprotystological Assemblages.** 714—722

I. D. Dragoev: **The Bit Heading Theory. I** 723—727

N. Puşcoiu: **Gas Deposit Exploitation Variants** 728—737

L. Orăşanu: **A Chemical Study of the Crude Oils from Some Oilfields of Transylvania** 738—742

N. Simescu: **Some Criteria Concerning the Optimizing of the Functioning of Compression Stations Used in Romania for Gas Extraction and Transport** 763—746

I. Geangălă, M. Bălan: **Some Aspects Concerning the Calculus of the Thickness of Gas Line Walls** 747—756

D. Beju: **Zoning and Correlation of the Paleozoic of the Moesian Platform on the Basis of Palynoprotystological Assemblages**

Stratigraphic and paleogeographic conclusions resulting from palynoprotystological investigation of the Paleozoic drilled on the Roumanian part of the Moesian Platform are presented. A synthesis of actual data proves the method's efficiency by recognition of 10 main biozones and 5 subzones extending from ordovician to carboniferous. The stratigraphic distribution of more than 500 species of phytoplankton (acritarcha) chitinozoans, pollen and spores individualizes these biozones, which are correlative over the whole area, showing that the paleozoic succession consists of three main lithofacial series (groups). The most characteristic microfossils groups are listed for each biozone, and the extension of the zones is graphically represented.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 12, p. 714
D. C. 551-73

I. D. Dragoev: **The Bit Heading Theory. I.**

The paper examines some aspects of the bit heading theory which represents the more general framework in which it is possible to obtain the theoretical solution of both the well dip problem and the closely related problem of directional drilling. It is shown, firstly by theoretical way and then it is confirmed with experimental data that the drilling process is subject to a specific law-the fundamental physical law of drilling, mathematically expressed by the drilling equation :

$$\overline{v} = O\,\overline{F}$$

The structure of the drilling tensor is determined both by the drillability of the rocks — a property with tensorial character — and by the penetrability of the bit which also has a tensorial character.

The drilling equation completely describes the physical-mechanical aspect of the drilling process. It may serve as a very strong instrument in studying the specific problems related with well dip and directional drilling.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972 nr. 12, p. 723
D. C. 622.24.082.4

L. Orăşanu: **A Chemical Study of the Crude Oils from Some Oilfields of Transylvania**

Following the previous researches (1—15) concerning the chemical nature of Romanian oils, the present paper supplies some data concerning the chemical nature of the crude oils from the samples of M, C, SN, B_1 and B_2

The interest of this paper derives from the fact that the oils from the mentioned zone are less known and differ in composition from the crude oils from the other Romanian petroliferous zones.

The yields of these new Transylvanian oilfields increase and their knowledge is interesting for turning them into account in optimum conditions.

In the text, the crude oils are named with the symbols mentioned in table 1 which also contains data relating to their geological formation.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 12, p. 723
D. C. 665 6:543.06

I. Geangălă, M. Bălan: **Some Aspects Concerning the Calculus of the Thickness of Gas Line Walls**

The paper analyses comparatively the calculus relations indicated by the Romanian standards and by those of other countries having gas industry. The stresses and loadings to which the pipes for pipe lines are subject during the exploitation are analysed as well as the stresses and unitary stresses which develop and act on the basic material. It is insisted on the safety coefficients which influence the thickness of the wall.

Some suggestions are made concerning the improvement of the calculus formula of wall thickness as well as for the adoption in the future of the limit state method which reflects better the actual working conditions and which allows the obtention of appreciable steel savings.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr 12, p. 747
D. C. 622.691.4

СОДЕРЖАНИЕ

* * * **25-летие провозглашения Республики. Знаменательные успехи в экономическом и социальном развитии Румынии** 707—712

Д. Бежу: Зонирование и корреляция палеозоя из Мизийской платформы на основание палино-протистологических объединений. 714—722

И. Д. Драгоев: Теория проходки долота. I 723—727

Н. Пушкою: Варианты по эксплуатации газовых месторождений 728—737

Л. Орэшану: Химическое изучение нефтей из промыслов Трансильвании 738—742

Н. Симеску: Критерии по оптимизации работы станций для сжатия применяемых в Румынии при добывании и транспортировке газов 743—746

И. Джангэлэ, М. Бэлан: Некоторые аспекты по расчету толщины стенок трубопроводов для транспортировки газов 747—756

Д. Бежу: **Зонирование и корреляция палеозоя из Мезийской платформы, на основании палино-протистологических объединений.**

В статье приводятся выводы стратиграфического и палеографического порядка полученные путем палино-протистологической разведки палеозоических формаций перехваченных скважинами на румынской территории из Мезийской платформы. Синтез современных данных анализа показывает эффективность метода, позволяя опознать 10 основных биозон и 5 подзон, имеющихся между ордовическим и каменноугольным периодами. Стратиграфическое распределение более 500 видов фитопланктона (акрилтарха), китинозор и спорпыльцы индивидуализируют ясно эти биозоны, которые коррелируются на всей поверхности единицы, указывая что палеонтологическая свита состоит из трех основных литофациальных серий (групп). Указываются группы с более характерными микроископаемыми для каждой биозоны, а их распространение представлено графически.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 2, p. 714
Д.К. 551.73

И. Д. Драгоев: **Теория проходки долота. I**

В статье расматриваются некоторые аспекты по теории проходки долота, которые представляют более широкую рамку в которой можно получить теоретическое решение вопроса искривления скважин, а также и вопроса тесно связанного с ним, о регулировке бурения. Указывая, сначала теоретическим путем, а затем подтверждая и опытными данными, доказывают что процесс бурения повинуется специфическому закону-фундаментальному физическому закону бурения, который выражается математическим уравнением бурения: $\overline{v} = \overline{OF}$,

Структура тензора бурения определяется как буримостью пород-свойство с тензориальным характером, так и проникновением долота, которое также имеет тензориальный характер. Уравнение бурения полностью описывает физико-механический аспект процесса бурения. Оно может служить очень сильным орудием в изучении специфических вопросов по искривлению скважин и регулировке бурения.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 12, p. 723

Л. Орэшану: **Химическое изучение нефтей из промыслов Трансильвании**

В продолжении предыдущих исследований [1—15] относительно химического характера румынских нефтей, в настоящей работе приводятся данные относительно химического характера нефтей из М, Ч, $СН_1$, $Б_1$, $Б_2$

Настоящее изучение представляет интерес по той причине что нефти из указанной зоны мало известны, а также потому что они отличаются по составу от нефтей из других нефтяных румынских зон и даже от нефтей из промыслов Трансильвании. Продукция этих новых промыслов из Трансильвании все возрастает и исследование их представляет интерес ввиду освоения их в оптимальных условиях. В тексте работы, нефти обозначены знаками указанными в таблице 1 в которой приводятся и данные в связи с геологическими формациями.

Petrol şi Gaze, 23, 1972, nr. 12, p. 738
Д.К. 665.6:543.06

И. Джангэлэ, М. Бэлан: **Некоторые аспекты по расчету толщины стенок газопроводов для транспортировки газов.**

В статье анализируются сравнительно расчетные отношения указанные в румынских нормативах, а также и стран у которых есть газовая промышленность. Анализируются также нагрузки которым подвергаются трубы трубопроводов во время эксплуатации, а также напряжения и унитарные усилия которые развиваются и действуют на основной материал. Останавливаются на коэффициенте безопасности который влияет на толщину стенки. В заключении даются предложения по улучшению расчетной формулы толщины стенок, а также применение в будущем метода предельного состояния, который отражает реальные условия работы и который позволяет получить значительные экономии стали.

Petrol şi gaze, 23, 1972, nr. p. 747
ДК 622.691.4

INHALT

* * * **25 Jahre von der Ausrufung der Republik. Hervorragende Erfolge in der wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung Rumäniens.** 707—709

D. Beju: **Zoneneinteilung und Korrelation des Paläozoikums in der Moesischen Plattform aufgrund der palino-protistologischen Assoziationen** 714—722

I. D. Dragoev: **Theorie des Meisselvortriebs (I)** 723—727

N. Puşcoiu: **Ausbeutungsvarianten der Gasvorkommen** 728—737

L. Orăşanu: **Chemische Untersuchung der Erdöle in manchen Bohrfeldern der Transsilvanien** 738—742

N. Simescu: **Optimationskriterien für den Betrieb der, in Rumänien bei der Förderung und dem Transport der Gase verwendeten Verdichtungsanlagen** 743—746

I. Geangălă, M. Bălan: **Einige Aspekte in der Dickenberechnung der Wandung der Gasrohrleitungen** 747—756

D. Beju: **Zoneneinteilung und Korrelation des Paläozoikums in der Moesischen Plattform aufgrund der palino-protistologischen Assoziationen**

Der Artikel umfasst die Schlussfolgerungen, die vom stratigraphischen und paläogeographischen Standpunkt durch palino-protistologische Untersuchung in bezug auf paläozoische Formationen gezogen wurden, die durch Sondenbohrung auf dem rumänischen Territorium der Moesischen Plattform ermittelt wurden. Eine Synthese der gegenwärtigen Analysedaten bestätigt die Wirksamkeit der Methode und gestattet die Kennzeichnung von zehn Hauptbiozonen und fünf Unterzonen vom Ordovizium bis zum Karbon. Die stratigraphische Verteilung der über 500 Arten von Phytoplankton (Akrytarcha), Chitinozoen, Pollen und Sporen kennzeichnen eindeutig diese Biozonen, die das gesamte Verbreitungsgebiet der Einheit korrelieren und den Nachweis erbringen, dass die paläozoische Folge aus drei lithofaziellen Hauptgruppen gebildet ist. Die für jede Biozone kennzeichnenden Mikrofosilgruppen werden aufgezählt und ihre Verbreitung graphisch dargestellt.

Petrol şi Gaze, 23, 1972, nr. 12, p. 714
D. K. 551.73

I. D. Dragoev: **Theorie des Meisselvortriebs. I**

Der Verfasser analysiert einige Aspekte der Theorie des Meisselvortriebs, die einen allgemeinen Rahmen darstellt, aus dem die theoretische Lösung sowohl der Bohrlochabweichung als auch des damit verbundenen Problems der Bohrungsführung ermittelt werden kann. Vom theoretischen wie auch vom experimentellen Standpunkt aus wird der Erweis erbracht, dass der Bohrungsprozess spezifischen Gesetzen unterworfen ist, so dem physikalischen Grundgesetz der Bohrung, das mathematisch durch die Bohrungsgleichung $\overline{v} = O\overline{F}$ ausgedrückt wird.

Die Struktur des Bohrtensors wird sowohl durch die Bohrbarkeit des Gesteins — eine Eigenschaft mit tensorialem Charakter — als auch die Penetrabilität des Meissels, die den gleichen Charakter trägt — bestimmt.

Die Bohrgleichung beschreibt komplett den physikalisch-mechanischen Aspekt des Bohrprozesses und kann als wirksames Mittel für die Untersuchung der spezifischen Probleme der Sondenabweichung und Bohrungsführung dienen.

Petrol şi Gaze, 23, 1972, nr. 12, p. 723
D.K. 622.24.082.4

L. Orăşanu: **Chemische Untersuchung der Erdöle in manchen Bohrfeldern der Transsilvanien**

Im Zuge der bisherigen Untersuchungen [1—15] in bezug auf die chemische Beschaffenheit der rumänischen Erdöle werden in der vorliegenden Arbeit Daten über die chemische Beschaffenheit der Erdöle aus den Proben M, C, SN, B_1 und B_2 dargelegt.

Die Arbeit ist von Interesse, weil einerseits die Erdöle in diesem Gebiet weniger bekannt sind und andererseits sich ihre Zusammensetzung von den Erdölen der übrigen rumänischen Bohrfelder [13] unterscheidet.

Die Produktion dieser neuen Felder in Transsilvanien ist im Anstieg und ihre genaue Kenntnis ist für die optimale Ausbeutung äusserst wichtig. Der Verfasser kennzeichnet die Erdöle mit den, in Tabelle 1 angeführten Symbolen, die auch für die Bezeichnung der geologischen Formation verwendet werden.

Petrol şi Gaze, 23, 1972, nr. 12, p. 738
D. K. 665.6:543.06

I. Geangălă, M. Bălan: **Einige Aspekte in der Dickenberechnung der Wandung der Gasrohrleitungen**

Es werden vergleichsweise die Berechnungsrelationen analysiert, die in den rumänischen, wie auch in den Grundbestimmungen anderer Länder mit Gasindustrie angefürt werden. Desgleichen werden die Beanspruchungen und Belastungen, denen die Leitungsrohre im Betrieb ausgesetzt sind, wie auch Spannungen und Belastungen der Flächeneinheiten, die sich entwickeln und auf das Grundmaterial wirken, analysiert. Auf die Sicherheitskoeffizienten, die die Dicke der Wandung beeinflussen, wird in besonderer Weise Bezug genommen.

Abschliessend werden Vorschläge zur Verbesserung der Berechnungsformel für die Wandungsdicke und die künftige Anwendung der Methode des Grenzzustandes unterbreitet, die besser die realen Betriebsbedingungen widerspiegeln und das Erzielen bedeutender Stahleinsparungen ermöglichen.

Petrol şi Gaze, 23, 1972, nr. 12, p. 747
D. K. 622.691:4

SOMMAIRE

* * * **25 années depuis la proclamation de la République. Succès prestigieux dans le développement économique et social de la Roumanie** 707—713

D. Beju: **Le zonage et la corrélation du paléozoïque de la Plate-forme mésienne sur la base des associations palino-protistologiques.** 711—722

I. D. Dragoev: **Théorie de l'avancement du trépan. I.** 723—727

N. Puşcoiu: **Variantes d'exploitation des gisements de gaz** 728—737

L. Orăşanu: **Etude chimique des bruts de certains chantiers de Transylvanie** 738—742

N. Simescu: **Critères concernant l'optimisation du fonctionnement des stations de compression utilisées en Roumanie à l'extraction et au transport des gaz** 743—746

I. Geangălă, M. Bălan: **Certains aspects du calcul de l'épaisseur des parois des conduites de gaz** 747—756

D. Beju: **Le zonage et la corrélation du paléozoïque de la Plate-forme mésienne sur la base des associations palino-protistologiques**

L'article présente les conclusions d'ordre stratigraphique et paléogéographique obtenues par l'investigation palino-protistologique des formations paléozoïques interceptées par des sondes sur le territoire roumain de la Plate-forme Mésienne. La synthèse des données actuelles d'analyse démontre l'efficacité de la méthode, permettant la reconnaissance de 10 biozones principales et de 500 sous-zones, comprises entre l'Ordovicien et le Carbonifère. La distribution stratigraphique de plus de 55 espèces de phytoplancton (acritarcha), chitinozoaires et spori-pollen individualisent nettement ces biozones, qui sont corrèlables sur toute l'aire de l'unité, démontrant que la succession Paléozoïque est formée de trois séries (groupes) lithofaciaux principaux. On énumère les groupes de microfossiles plus caractéristiques pour chaque biozone et leur extension est représentée graphiquement.

Petrol şi Gaze, **23**, 1972, nr. 12, p. 714
C. D. 551.73

I. D. Dragoev: **Théorie de l'avancement du trépan. I.**

On examine certains aspects de la théorie de l'avancement du trépan, qui représente le cadre plus général dans lequel on peut obtenir la solution théorique autant du problème de la déviation des sondes que de celui étroitement lié, de la direction du forage. On fait d'abord ressortir par voie théorique, confirmée ensuite par les données expérimentales, que le processus de forage se soumet à une loi spécifique — la loi physique fondamentale du forage, qui s'exprime mathématiquement par l'équation du forage :

$$\overline{v} = O\ \overline{F},$$

La structure du tenseur de forage est déterminée autant par la forabilité des roches — une propriété au caractère tensorial —, que par la pénétrabilité du trépan, qui a aussi un caractère tensorial.

L'équation du forage décrit complètement l'aspect physico-mécanique du processus de forage. Elle peut servir comme un instrument très efficace pour étudier les problèmes spécifiques posés par la déviation des sondes et la direction du forage.

Petrol şi Gaze, 23, 1972, nr. 12, p. 723
C. D. 622.24.082.4

L. Orăşanu: **Etude chimique des bruts de certains chantiers de Transylvanie**

Faisant suite aux recherches antérieures (1—15) relatives à la nature chimique des pétroles roumains, on fournit dans le présent ouvrage des données sur la nature chimique des bruts des échantillons de M,C,SN,B et B_2

L'intérêt de l'étude réside autant dans le fait que les pétroles de la zone indiquée sont moins connus que dans le fait qu'ils diffèrent comme composition des bruts des autres zones pétrolifères roumaines.

La production de ces nouveaux chantiers de Transylvanie est en hausse et il est intéressant de les connaître en vue de leur valorisation optimum.

Dans le texte de l'étude, les bruts sont appelés par les symboles indiqués au tableau 1 qui contient aussi les données ayant trait à leur formation géologique.

Petrol şi Gaze, 23, 1972, nr. 12, p. 738
C. D. 665.6:543.06

I. Geangălă, M. Bălan: **Certains aspects du calcul de l'épaisseur des parois des conduites de gaz**

L'article analyse de façon comparative les relations de calcul indiquées autant dans les standards roumains que dans ceux d'autres pays à industrie du gaz. On analyse également les sollicitations et les charges auxquelles sont soumis les tuyaux de conduite au cours de l'exploitation, ainsi que les tensions et les efforts unitaires qui se développent et agissent sur le matériel de base. On insiste sur les coefficients de sûreté qui influencent l'épaisseur de la paroi.

Des propositions sont faites en vue d'améliorer la formule de calcul de l'épaisseur des parois, et de l'adoption, à l'avenir, de la méthode des états limite, qui reflète mieux les conditions réelles de fonctionnement et qui permet d'ob tenir d'appréciables économies d'acier.

Petrol şi Gaze, 23, 1972, nr. 12, p. 747
C. D. 662.691.4

25 de ani de la proclamarea republicii

SUCCESE DE PRESTIGIU ÎN DEZVOLTAREA ECONOMICĂ ŞI SOCIALĂ A ROMÂNIEI

Sărbătorim anul acesta un sfert de veac de la proclamarea Republicii, eveniment de mare însemnătate pentru victoria revoluţiei socialiste şi instaurarea noii orînduiri în patria noastră. Bilanţul pe care îl face poporul nostru acum evidenţiază marile resurse de progres ale construcţiei socialiste, uriaşa forţă creatoare a unui popor eliberat de exploatare, stăpîn deplin pe soarta sa, pe bogăţiile ţării. În acest sfert de veac s-au asigurat dezvoltarea susţinută a bazei tehnico-materiale, a forţelor de producţie, creşterea considerabilă a avuţiei naţionale. Socialismul a învins definitiv la oraşe şi sate, relaţiile socialiste s-au consolidat în întreaga economie naţională, în întreaga viaţă socială.

Cum se prezintă România astăzi? Ca urmare a transpunerii în viaţă a politicii marxist-leniniste a partidului de făurire a socialismului, pe baza legilor obiective generale şi ţinînd seama de condiţiile economico-sociale concrete din România, ţara noastră a devenit un stat puternic industrial-agrar, cu o industrie în plină dezvoltare şi modernizare, cu o agricultură socialistă în plin progres. Producţia industrială a acestui an este de 21 de ori mai mare decît în 1938, iar producţia agricolă globală din anul trecut a depăşit de 1,9 ori nivelul antebelic. Venitul naţional — indicatorul cel mai concludent al nivelului de dezvoltare a societăţii, care dă expresie, în mod sintetic, resurselor energiei şi muncii unui popor — este în acest an de 7,6 ori mai mare, comparativ cu anul 1938. Dezvoltîndu-se pe o linie ascendentă, industria s-a transformat în ramură conducătoare a economiei. Dacă în economia României antebelice cea mai mare parte a venitului naţional era creată în agricultură, transformările din perioada construcţiei socialiste au dus la schimbări radicale în ceea ce priveşte formarea resurselor dezvoltării economico-sociale. Se cuvine subliniat în acest sens faptul că, la sfîrşitul cincinalului trecut, în industrie s-au creat 64,7 % din produsul social şi 60,8 % din venitul naţional al ţării. Pentru procesul de industrializare a ţării noastre, este semnificativă schimbarea fundamentală a însăşi structurii producţiei industriale. În 1938 — anul cu cea mai dezvoltată activitate economică din perioada antebelică — România producea numai 1,1 miliarde kW/h energie electrică şi 284 000 t oţel; chimia reprezenta doar 2,7 % din totalul producţiei industriale; construcţia de maşini şi prelucrarea metalelor erau slab dezvoltate, cea mai mare parte din maşinile şi utilajele necesare economiei fiind aduse din străinătate.

În perioada socialismului, industria românească a fost radical înnoită, a atins un grad înalt de concentrare şi specializare şi a făcut însemnate progrese în modernizarea sa tehnică. Ramurile hotărîtoare pentru reproducţia lărgită — energia electrică, metalurgia, construcţia de maşini şi industria chimică — şi-au sporit continuu ponderea în ansamblul producţiei, imprimînd un nou profil industriei.

O caracteristică dominantă a politicii de industrializare socialistă, promovată consecvent de partidul nostru, constă în asigurarea condiţiilor pentru valorificarea complexă şi superioară a materiilor prime, atragerea resurselor naturale în circuitul economic, adîncirea gradului de prelucrare a acestora. Valoarea producţiei finite obţinute dintr-o tonă de laminate feroase a crescut numai în deceniul trecut de 2,1 ori, iar pînă în 1975 se prevede că va spori faţă de 1960 de 3 ori. În industria lemnului producţia ce s-a obţinut în 1970 dintr-un metru cub de masă lemnoasă era de 6,3 ori mai mare, iar în 1975 va fi de 8 ori mai mare decît în 1958. Dintr-o tonă de ţiţei prelucrat în rafinării, valoarea producţiei obţinute în actualul cincinal va fi de 1,4—1,5 ori mai mare în comparaţie cu 1938. O sursă importantă de valorificare superioară a materiilor prime a constituit-o dezvoltarea industriei chimice şi, îndeosebi, petrochimice. Prin chimizarea produselor derivate din ţiţei şi a gazului metan, se obţin în prezent produse cu o valoare de 4 pînă la 20 de ori mai mare.

Dezvoltarea unitară şi echilibrată a economiei, creşterea venitului naţional au permis să se asigure îmbunătăţirea continuă a condiţiilor de muncă şi de viaţă ale întregului popor. Salariul real este astăzi de peste 2,7 ori mai mare decît în 1938. În aceşti ani au cunoscut o puternică înflorire cultura, învăţămîntul, s-a creat un larg sistem de ocrotire a sănătăţii, se cheltuiesc importante fonduri pentru asigurările sociale. Numai în acest an pentru aceste scopuri s-au alocat de la bugetul statului fonduri de 19—20 de ori mai mari decît în 1938. Se desfăşoară pe un front larg construcţia de locuinţe pentru populaţie. În cincinalul trecut au fost construite la oraşe şi sate aproape 660 000 de locuinţe, din care 344 000 din fondurile statului sau cu credite acordate de stat; în primul an şi jumătate al cincinalului actual, s-au realizat, din fonduri şi cu sprijinul statului, aproape 120 000 de apartamente.

Aniversarea Republicii are loc anul acesta în condiţiile puternicului avînt politic generat de Conferinţa Naţională a partidului din 19—21 iulie a.c., ale activităţii clocotitoare pentru transformarea în viaţă a hotărîrilor de însemnătate istorică adoptate de acest înalt for al partidului, pentru înfăptuirea programului elaborat de Congresul al X-lea, în vederea făuririi societăţii socialiste multilateral dezvoltate. Ea are loc în atmosfera însufleţită a marii întreceri socialiste, care a cuprins întreaga ţară pentru îndeplinirea planului cincinal înainte de termen.

Corespunzător cerinţelor şi ţelurilor fundamentale ale noii etape istorice de dezvoltare a ţării, sarcinile şi obiectivele principale ale planului cincinal converg spre realizarea unui dinamism susţinut al producţiei materiale, modernizarea structurii întregii economii şi accentuarea proceselor calitative ale dezvoltării, sporirea eficienţei în toate domeniile şi, pe această bază, creşterea mai rapidă a venitului naţional şi a nivelului de trai al oamenilor muncii. În raportul la Conferinţa Naţională a P.C.R., secretarul general al partidului, tovarăşul Nicolae Ceauşescu, arăta că, luîndu-se în considerare

realizările de pînă acum, precum și angajamentele luate de oamenii muncii, apare posibil ca în anul 1975 producția industrială globală a țării să atingă 580—600 miliarde lei, adică să fie cu 40—60 miliarde lei mai mare decît s-a prevăzut în planul cincinal. Posibilități reale de a depăși prevederile cincinalului se conturează și în celelalte ramuri ale economiei, în agricultură, pe această cale asigurîndu-se creșterea mai rapidă a produsului social și a venitului național. Pentru aceasta, întreaga atenție trebuie acordată folosirii intensive a capacităților de producție, scurtării termenelor de dare în funcțiune a noilor obiective, creșterii productivității muncii, reducerii cheltuielilor materiale — laturi în care inițiativa și spiritul gospodăresc al muncitorilor, inginerilor și tehnicienilor din marea majoritate a centralelor industriale și întreprinderilor se manifestă din plin.

În acest ansamblu de rezultate și obiective de viitor, se circumscriu în mod firesc coordonatele dezvoltării de pînă acum și ale celei în perspectivă a industriei noastre petroliere. Să ne reamintim de unde am pornit. În 1857, la construirea primei distilerii de petrol — la Rîfov, lîngă Ploiești — statisticile au înregistrat în România extracția unei cantități de 275 t țiței; în anul 1900 s-au extras 250 000 t, în 1938 aproape 6,6 mil. t, pentru ca în 1944, datorită bombardamentelor barbare, să scadă la 3,5 mil. t. De la acest nivel scăzut de producție, extracția petrolului s-a dezvoltat viguros după naționalizarea mijloacelor de producție, ajungînd în 1971 la peste 13,5 mil. t, iar extracția gazelor naturale la peste 20 miliarde m^3. Dar nu producția în sine contează, ci cum este utilizată ea, ce bunuri materiale necesare societății se obțin, domeniu în care, fără a exagera cu ceva, se poate vorbi în momentul de față de o adevărată revoluție tehnico-științifică.

Creșterea producției de țiței și de gaze a devenit o necesitate de prim ordin, contribuind atît la aprovizionarea cu combustibili a economiei, cît și la dezvoltarea și ridicarea la un nivel superior a industriei chimice, prin materia primă pe care o furnizează petrochimiei. În prezent, în balanța resurselor energetice petrolul și gazele reprezintă în România circa 80%, față de aproximativ 60% cît este pe plan mondial. Utilizînd instalații și echipamente moderne, aplicînd tehnologii noi de lucru, ca rezultat al unei continue activități de cercetare științifică, dispunînd de cadre muncitorești și tehnico-inginerești cu calificare înaltă, s-au obținut rezultate evidente în introducerea progresului tehnic în forajul sondelor, extracția și prelucrarea țițeiului.

Dacă ne referim la tehnica și tehnologia forajului, care se realizează azi cu instalații de concepție proprie, construite la nivelul tehnicii contemporane, s-au găsit soluții pentru optimizarea procesului de săpare, s-au elaborat rețete și aditivi pentru fluidele de foraj și pastele de ciment rezistente la temperaturi și presiuni ridicate. S-au extins totodată metodele noi de lucru, cum este forajul cu jet, aplicat la circa jumătate din volumul lucrărilor, toate acestea fiind de natură să asigure sporirea vitezelor de avansare și diminuarea prețului de cost al forajului.

În domeniul extracției petrolului și gazelor, cercetările efectuate și aplicate practic au contribuit la intensificarea recuperării țițeiului și gazelor, la creșterea factorului final de recuperare. Menținerea presiunii la o valoare optimă, aplicarea repetată de acidizări și drenaje intensive, fracturarea hidraulică, tratarea stratelor cu substanțe tensioactive și cu solvenți, aplicarea tratamentului termodinamic, combaterea viiturilor de nisip sînt metode care au permis creșterea debitului sondelor și a producției. Numai în ceea ce privește injecția de apă și gaze, volumele injectate au crescut între 1960 și 1970 de 2,5 ori, obținîndu-se astfel un plus de producție care reprezenta anul trecut aproape 12% din producția totală de țiței, asigurîndu-se în același timp o creștere a rezervelor recuperabile. S-au introdus cu succes, în fază semiindustrială, procese noi de exploatare, cum sînt combustia subterană și injecția de abur supraîncălzit, cu ajutorul cărora se obțin factori finali de recuperare de 3—4 ori mai mari decît prin metodele obișnuite la zăcămintele care conțin țiței cu viscozitate ridicată.

Modificări calitative extrem de importante s-au înregistrat în anii construcției socialiste și în industria prelucrării țițeiului, principalul obiectiv fiind creșterea nivelului tehnic în rafinării și aplicarea procedeelor moderne de fabricație. În deceniul 1951—1960, pe baza documentațiilor proprii, s-au construit instalații tehnologice în rafinăriile existente, precum și noi rafinării de mare capacitate. În următorii zece ani, s-a pus accentul pe introducerea unor noi procedee de prelucrare, cum ar fi procedeele catalitice de hidrofinare, cele de coesare, de fracționare a gazelor și s-au realizat instalații de distilație atmosferică și de vid cuplate, de mare capacitate. Reformarea și craearea termică au fost în cea mai mare parte înlocuite cu reformarea și craearea catalitică, datorită cărora s-a realizat o valorificare sporită a țițeiului și s-au obținut produse de calitate superioară. Ca urmare a acestor măsuri, nivelul tehnic al principalelor rafinării a atins pe cel al tehnicii mondiale, iar producția globală industrială a crescut în acest sector în anul 1971 de 6 ori, față de anul 1950.

Competența cadrelor de petroliști, precum și calitatea echipamentului petrolier au făcut posibilă afirmarea tot mai mare a prezenței românești peste hotare. Țara noastră dezvoltă în domeniul extractiv forme cît mai variate și mai suple, reciproc avantajoase, de cooperare. Pentru săparea sondelor cu instalații de foraj importate din România, personal calificat și specialiști români au lucrat în India, Birmania, Ghana și Turcia. Cu sprijinul tehnicienilor români au fost descoperite zăcămintele de gaze din nordul Afganistanului și s-au pus în evidență noi zăcăminte de țiței în Birmania. În prezent, peste 150 de petroliști români se găsesc în Algeria și Cuba, acordînd asistență tehnică. În Venezuela, o instalație românească, cu personal tehnic de conducere român efectuează lucrări de foraj, iar la rafinăria de la Haldia, în India, specialiștii noștri instalează, pe baza documentației proprii, blocul de ulei. Produsele petroliere se bucură azi de o bună apreciere în 50 de țări ale lumii.

Rezultatele și experiența dobîndite în anii construcției socialiste de către colectivele din industria petrolului sînt o garanție că sarcinile deosebit de importante ce revin acestei ramuri în actualul cincinal și în perspectivă vor fi îndeplinite cu succes. În domeniul cercetării geologice pentru țiței și gaze, în care se investesc aproape două treimi din totalul fondurilor prevăzute pentru activitatea geologică, se va pune un accent tot mai mare pe sporirea continuă a volumului de informații geologice și geofizice, creșterea adîncimii de investigare, și, în final, pe identificarea

a noi rezerve. În sectorul de foraj se va urmări extinderea unor procedee eficiente, în scopul creşterii vitezelor de avansare şi al reducerii preţului de cost pe metru forat. Se prevede, între altele, ca forajul cu jet să reprezinte în 1975 peste/ 50% din volumul metrajului şi să se extindă metodele de optimizare a regimului de foraj. Eforturile petroliştilor de la extracţie se vor axa, în continuare, pe exploatarea raţională a rezervelor şi pe recuperarea cît mai completă a ţiţeiului, iar a celor din rafinării pe ridicarea nivelului tehnic al instalaţiilor tehnologice şi pe diversificarea produselor petroliere.

Concomitent cu acestea, se îmbunătăţesc permanent condiţiile de muncă şi de viaţă ale petroliştilor. În principalele centre ale industriei petroliere s-au construit zeci de blocuri de locuinţe şi cămine, cluburi, cinematografe. Numai în actualul cincinal s-au alocat fonduri în valoare de aproape 70 mil. lei pentru îmbunătăţirea condiţiilor de locuit ale petroliştilor din sectorul de foraj şi extracţie. O reţea sanitară proprie, deservită de sute de medici şi de personal sanitar calificat, veghează la sănătatea acestora şi a familiilor lor. Numeroase şcoli profesionale şi tehnice, licee de specialitate şi două institute de învăţămînt superior pregătesc cadrele necesare dezvoltării acestei ramuri.

Directivele Congresului al X-lea şi hotărîrile Conferinţei Naţionale a partidului din iulie a.c. vor constitui pentru muncitorii, inginerii şi tehnicienii din industria petrolului călăuza sigură în realizarea sarcinilor de plan ce le revin în actualul cincinal, în ridicarea continuă a tehnicităţii şi eficienţei activităţii productive.

Succesele obţinute în dezvoltarea economică şi socială a ţării au dus la creşterea prestigiului de care se bucură România pe plan mondial, care a promovat şi promovează consecvent o politică de largă colaborare internaţională pe toate planurile, intensifică comerţul exterior şi cooperarea economică şi tehnică cu alte state. România întreţine azi relaţii cu peste 110 state ale lumii. Aceste schimbări — care se desfăşoară pe baza deplinei egalităţi şi a avantajului reciproc — îmbracă o gamă tot mai variată de mărfuri industriale şi agroalimentare şi constituie un factor important în asigurarea creşterii economice a ţării noastre.

Printre ultimele acţiuni de prestigiu ale politicii externe a ţării noastre se înscrie şi activitatea fructuoasă depusă în favoarea convocării conferinţei pentru securitatea europeană. Acest fapt va conduce la crearea unui climat mai favorabil pentru colaborarea între toate statele europene, indiferent de orînduirea socială care le guvernează. Acest lucru are o deosebită importanţă, dacă ţinem seama că focarele celor două războaie mondiale care au costat viaţa a milioane şi milioane de oameni şi-au avut cauzele tocmai în neînţelegerile care au dominat viaţa politică şi economică a bătrînului continent. Participarea României la această importantă acţiune internaţională încununează în mod strălucit politica externă a României rod nemijlocit al politicii P.C.R.

Cincinalul înainte de termen

Înalta eficienţă economică în activitatea de producţie

În marea întrecere socialistă a întregului popor pentru îndeplinirea înainte de termen şi la un nivel calitativ înalt şi de eficienţă a actualului plan cincinal, petroliştii înregistrează în continuare succese importante.

În trei trimestre din acest an, planul producţiei globale în activitatea de foraj-extracţie a fost îndeplinit în proporţie de 100,7 %, iar cel al producţiei — marfă de 100,8 %. De remarcat este faptul că toate grupurile industriale de foraj-extracţie şi-au realizat şi depăşit planul de producţie. Iată cîteva cifre semnificative în această privinţă. În activitatea de foraj au fost realizate următoarele plusuri de producţie : grupul industrial de foraj-extracţie Bucureşti — 20 234 m ; grupul industrial de foraj-extracţie din Tîrgu Jiu — 5 613 m. Peste prevederile planului au fost obţinute însemnate cantităţi de ţiţei : la Tg. Jiu un plus de 16 750 t, la Ploieşti 9 700 t peste plan, la Piteşti 5 429 t suplimentar.

Petroliştii din unităţile de prelucrare a ţiţeiului obţin, de asemenea, rezultate deosebite în activitatea de producţie. Bilanţul încheiat la sfîrşitul a nouă luni din acest an este grăitor. Ei au obţinut peste prevederi mai mult de 111 000 t benzine, 25 000 t petroluri, 213 500 t motorine, 4 200 t păcură.

Evident că pentru obţinerea acestor rezultate frumoase colectivele de petrolişti au depus eforturi susţinute pe calea extinderii metodelor cu eficienţă economică ridicată, a folosirii utilajelor şi instalaţiilor la randamente tot mai înalte. Aşa, de exemplu, petroliştii din schelele de extracţie din Moldova utilizează cu succes tratamentele cu solvenţi şi substanţe tensioactive, tratamentele cu soluţii active pentru deblocarea stratului productiv şi alte operaţii care asigură creşterea afluxului de ţiţei la gaura de sondă. Pentru obţinerea unor rezultate şi mai bune, în ultima perioadă, au fost aduse serioase îmbunătăţiri şi perfecţionări în tehnologia de execuţie a acestei operaţii. Astfel, prin utilizarea unor debite de injecţii mărite la operaţiile de fisurare hidraulică, precum şi prin utilizarea în tratamentele cu solvenţi şi soluţii acide a unor substanţe tensioactive cu caracteristici superioare, eficienţa acestor operaţii a

fost simţitor sporită. Mai mult de 4% din producţia ce se obţine de la sondele vechi se datoreşte utilizării cu succes a metodelor de revitalizare a sondelor vechi.

Petroliştii prahoveni se prezintă, de asemenea, cu succese remarcabile în întrecerea socialistă. Folosind o instalaţie românească 4 D H — 315 construită la Uzina „1 Mai" din Ploieşti, sondorii din echipele maiştrilor Leonard Comişel şi Constantin Amărinei, de la Întreprinderea de foraj Ploieşti, au înregistrat un nou record în palmaresul activităţii lor. Ei au reuşit să tubeze, la adîncimea de 4 512 m, o sondă aflată în foraj, folosind în acest scop o coloană cu un diametru de 244,5 mm şi o greutate de 290 t, realizare semnalată pentru prima dată la noi în ţară.

Angajamentele luate în întrecerea socialistă de către sondorii schelelor de extracţie din Boldeşti, Băicoi şi Cîmpina au fost exemplar înfăptuite. Producţia marfă suplimentară realizată în nouă luni de petroliştii prahoveni valorează peste 6 mil. lei, fiind rod al aplicării metodelor moderne de extracţie, al creşterii productivităţii muncii, al cărei nivel se ridică la parametrii prevăzuţi pentru sfîrşitul anului 1972.

Cheia succeselor înregistrate de sondorii întreprinderii de foraj Craiova este buna organizare a muncii. Viteza de lucru a sporit faţă de plan cu aproape 3%. De remarcat faptul că brigăzile conduse de Alexandru Rusu, Constantin Popescu şi Nicolae Frăţilă obţin cele mai ridicate viteze de foraj din ultimii 15 ani. Vitezele de avansare realizate depăşesc angajamentele luate în întrecerea socialistă şi se apropie de cele prevăzute a fi atinse spre mijlocul celui de al 3-lea an al cincinalului. Ce măsuri au contribuit la sporirea vitezelor de foraj? În primul rînd, extinderea forajului cu jet, metodă aplicată la mai mult de jumătate din volumul metrilor foraţi şi în al doilea rînd, optimizarea procesului de foraj la sondele de medie şi mare adîncime.

Pentru creşterea coeficientului de utilizare a instalaţiilor de foraj şi reducerea costurilor la lucrările de suprafaţă s-a aplicat metoda drumului critic la montajul instalaţiilor şi s-a generalizat utilizarea prefabricatelor la fundaţii.

Alături de petroliştii din foraj, şi sondorii din sectorul de extracţie din Oltenia se înscriu cu rezultate bune în marea întrecere socialistă ce se desfăşoară sub lozinca : Cincinalul înainte de termen. Astfel, ca urmare a măsurilor întreprinse în scopul reducerii fondului inactiv de sonde, asigurării funcţionării în condiţii optime a tuturor instalaţiilor de extracţie, prelucrare şi transport, colectivul schelei de extracţie Ţicleni a depăşit sarcinile la toţi indicatorii planului economic şi a realizat circa 90% din prevederile înscrise în angajamentele suplimentare consemnate în întrecerea socialistă. Sarcinile revenite pe nouă luni la producţia globală, de exemplu, au fost depăşite cu 3 312 000 lei, planul la ţiţei a fost realizat în proporţie de 101,9%, la gazele de sondă în proporţie de 104,8%, iar la gazolină de 104,35%.

Printre fruntaşele în întrecerea socialistă din judeţul Argeş se numără şi brigada de petrolişti condusă de maistrul Ion Tatu. Călăuzindu-se de lozinca „Nici o instalaţie de foraj sub randamentul planificat, nici un minut nelucrat", această brigadă a obţinut la sondele săpate viteze de avansare record. În acest scop s-a utilizat cu succes forajul cu jet, care este extins în prezent în cadrul Grupului industrial de foraj-extracţie ţiţei—Piteşti, la peste 40% din volumul lucrărilor.

Acordînd o mare atenţie acţiunii de autoutilare, petroliştii piteşteni au raportat încă de la începutul lunii octombrie realizarea integrală a sarcinilor de plan, executînd cu forţe proprii lucrări în valoare de peste 5 mil. lei. Printre cele mai importante amintim : un excavator de şanţ echipat pe UTOS—615, capete de pompare, modernizări la instalaţiile de foraj şi termoenergetice şi altele. În sectorul de extracţie se extind pe scară largă operaţiile de fisurare hidraulică şi acidizările prin folosirea unor emulgatori produşi în ţară care înlocuiesc importul. Cele mai mari succese în întrecerea socialistă le-au obţinut brigăzile de intervenţie conduse de maiştrii Romeo Şerb şi Ion Dumitriu, Vasile Călimănescu şi Nicolae Dincă, care au reuşit să repună în exploatare în cel mai scurt timp un număr sporit de sonde, făcînd să crească astfel producţia suplimentară.

În cadrul vastei întreceri socialiste se remarcă şi activitatea petroliştilor buzoieni. Colectivul de muncă al Schelei Berca aplică numeroase măsuri tehnologice care asigură menţinerea şi creşterea debitului de ţiţei, exploatarea raţională a fiecărei sonde. În sectorul de producţie se efectuează acidizări, reactivări de sonde, adiţionări. De asemenea, prin folosirea de inhibitori durata de funcţionare a utilajului de fund a crescut simţitor. În ansamblu, toate aceste măsuri au contribuit la sporirea producţiei de ţiţei cu circa 10%, asigurîndu-se livrarea ritmică către rafinării a unor importante cantităţi de ţiţei de bună calitate. De menţionat este şi faptul că în acest an, operaţiunile de intervenţie la sonde s-au executat operativ şi la un înalt nivel calitativ. Dintre echipele care au redus timpul neproductiv într-o proporţie mai mare amintim pe cele conduse de petroliştii Alexandru Ene şi Grigore Coman.

Grupul de foraj — extracţie Bucureşti a raportat importante depăşiri de plan, ca 20 000 m foraţi suplimentar, mii de tone de ţiţei peste prevederile primelor trei trimestre din acest an. Modernizarea proceselor de producţie se concretizează aici în aplicarea unor metode înaintate, cum sînt forajul cu jet, forajul cu

regim optimizat, sau cu sape cu diamante, precum și injecția cu apă la extracție, sau extracția cu abur și altele.

În sprijinul sondorilor pentru realizarea sarcinilor de plan, vin constructorii de utilaj petrolier, care au realizat în ultimul timp noi instalații de foraj. Din seria prevenitoarelor de erupție reține atenția două tipuri orizontale din seria D.E., unul dintre ele realizează pentru prima dată în țară presiunea de 1 050 atm/cm^2, atingînd performanțele cunoscute pe plan mondial. În domeniul sapelor de foraj a fost omologată sapa cu lagăr etanș. A fost, de asemenea, omologată și va intra în producție instalația de forat puțuri de apă F.A. 20 care poate lucra prin două metode : circulația inversă pentru formațiunile geologice normale, și foraj-permanent pentru cele dure.

Principalul obiectiv al rafinorilor în cadrul întrecerii socialiste este valorificarea integrală și superioară a țițeiului. În acest scop anul acesta s-a dat în exploatare o instalație modernă de hidrogenare la Rafinăria Teleajen, iar la Rafinăria Ploiești s-a majorat capacitatea instalațiilor de solventare cu furfurol. Majorări importante de capacitate s-au efectuat și la Rafinăria Crișana, care a devenit astfel cea mai mare rafinărie producătoare de bitum rutier din țară, pe baza unor resurse de țiței locale.

Eforturile depuse pentru obținerea de performanțe cît mai ridicate în instalațiile tehnologice din rafinăriile de petrol sînt concretizate în dinamica valorificării produselor obținute din fiecare tonă de țiței care a crescut în 1972, față de 1965, cu peste 17 %. O mențiune deosebită trebuie acordată colectivului rafinăriei Teleajen care a reușit în 1972 să obțină o valorificare a tonei de țiței cu aproape 12 lei tona, mai mult decît în 1970, utilizînd pentru aceasta capacitățile existente.

În rafinării se desfășoară acțiuni de mare interes care stimulează realizarea exemplară a sarcinilor asumate. Așa, de exemplu, rafinorii de la Rafinăria Ploiești au lansat inițiativa : „Să lucrăm o zi pe lună cu materiale economisite", care a contribuit prin generalizare la toate secțiile, la realizarea de economii în valoare de o jumătate de milion de lei. Alte acțiuni se referă la folosirea la întreaga capacitate a instalațiilor, la reducerea cheltuielilor de producție, la asimilarea de noi produse. Dintre rezultatele obținute pe această cale amintim mărirea capacității instalației de solventare din cadrul Rafinăriei Ploiești de două ori, construirea unei instalații pentru uleiuri albe, îmbunătățindu-se totodată și calitatea lor.

La obținerea rezultatelor bune în acest domeniu o contribuție deosebită aduce colectivul Institutului de cercetări și proiectări tehnologice pentru prelucrarea țițeiului. Au fost soluționate multe probleme legate de elaborarea noilor rețete, de darea unor soluții originale în proiectarea de instalații la Rafinăria Teleajen și Rafinăria Ploiești, de perfecționarea instalațiilor de fabricare a aditivilor polifuncționali și altele. Recent, aici s-au încheiat cercetările privind realizarea, după o tehnologie de fabricație proprie, a unui nou tip de catalizatori platinici pentru reformarea și aromatizarea benzinelor. Noul produs are implicații deosebite în procesele industriale de obținere a benzinelor de calitate superioară. De remarcat că instalația industrială pentru realizarea acestor produse, a cărei tehnologie a fost brevetată în țări, ca : S.U.A., Iran, India etc. și care va intra în funcțiune în acest cincinal, va acoperi integral necesitățile consumului intern și va crea posibilități de export. În cifre, aceasta se traduce, paralel cu eliminarea unor importante eforturi valutare.

CRONICĂ

CEL DE AL 2-LEA TIRG INTERNAȚIONAL — BUCUREȘTI 16-24 OCTOMBRIE, 1972

Intre 16—24 octombria a.c. s-a desfășurat la București cea de-a 2-a ediție a Tîrgului Internațional specializat pe ramurile mașini-unelte, electronică, electrotehnică, agregate și echipamente energetice, cu aplicații în toate domeniile industriale, expresie a politicii României de dezvoltare a colaborării și cooperării economice internaționale, confirmare a efortului și a tendințelor țării noastre de a participa cît mai activ la circuitul economic mondial, la diviziunea internațională a muncii.

Deschiderea tîrgului a avut loc în prezența tov. NICOLAE CEAUȘESCU, secretar general al Partidului Comunist Român, președintele Consiliului de Stat, a tov. ELENA CEAUȘESCU. Au mai fost de față reprezentanți de seamă ai țării noastre, șefi ai misiunilor diplomatice din mai multe țări, reprezentanți ai diferitelor firme și corespondenți de presă din țară și din străinătate.

Țările care au expus o largă diversitate de produse noi situate la nivelul ultimelor cuceriri ale științei și tehnicii, utile pentru cele mai variate domenii ale industriei, pe o suprafață de 6 8000 m², prin intermediul a 943 de firme, au fost : România, Anglia, Austria, Belgia, Bulgaria, Cehoslovacia, Chile, R. P. D. Coreeană, Cuba, Danemarca, Elveția, R.D. Germană, R.F. a Germaniei, Irlanda, Israel, Italia, Iugoslavia, Japonia, Olanda, Polonia, S.U.A., Ungaria și U.R.S.S.

România, ca țară gazdă și principala expozantă la tîrg, a ocupat o suprafață de 33 000 m² fiind reprezentată de 156 de firme producătoare și de export.

Firma ,,Industrialexport'' una dintre cele mai mari întreprinderi, a expus produse ale uzinelor ,,1 Mai''—Ploiești, ale ,,Uzinei de utilaj petrolier'' din Tîrgoviște, ale intreprinderii ,,Neptun'' din Cîmpina și ale Uzinei Metalurgice din Bacău.

Instalația F 200—2DH care a fost distinsă cu medalii de aur la tîrgurile de la Brno și de la Leipzig, a stîrnit în continuare un deosebit interes. Posibilitatea de a fora pînă la 4 000 m, precum și sarcina maximă de lucru la cîrlig, de 200 tf, tracțiunea maximă în cablul de manevrare de 25 tf, fac ca acest produs să fie solicitat de un număr mare de firme din străinătate. La Tîrgul Internațional—București 1972, au mai fost prezentate două prevenitoare de erupție executate după proiecte și soluții românești, sape cu role cu trei conuri, un reductor melcat, vibratoare cu conuri deplasabile, hidranți de suprafață, robinețl cu ventil sau cu fluture și cu acțiune manuală, pneumatică sau electrică, o instalație pentru foraj hidrologic, o instalație pentru foraj structural pînă la 1 200 m, o instalație de intervenție capabilă să realizeze circa 15 operații diverse la intervenții, reparații și darea în producție a sondelor de adîncimi pînă la 6 300 m.

De asemenea, ne-au făcut cinste instalațiile de foraj geologic SG—75, SG—150 și SG—300, agregatele de cimentare, platformele de transport, sculele de foraj etc.

Dintre țările care au mai expus produse din domeniul petrolului și gazelor au fost : U.R.S.S., care a prezentat o pompă de țiței EVN 5—80—1000, destinată sondelor cu lichid de mare viscozitate și cu un conținut ridicat de gaze, amestecuri chimice și parafinice, o pompă de încălzire pentru pomparea lichidelor pure neagresive (parafină, uleiuri minerale etc), precum și alte utilaje necesare diferitelor industrii. Din Cehoslovacia au fost expuse pompe de nămol submersibile, pompe de joasă presiune și de înaltă presiune o stație de reglare pentru gaze, tip dulap și altele.

R. D. Germană a participat cu o instalație de automatizare a proceselor tehnologice în industria de prelucrare a țițeiului; Ungaria cu un simulator matematic trifazat pentru reproducerea separată și colectivă a fenomenelor care se referă la petrol, la gaze și la apă; Polonia cu manometre, gazometre, aparataj pentru măsurarea debitului, armături antiincendiare și antiexplozive pentru industria chimică și minieră.

O serie de produse petrochimice au fost expuse la pavilionul Belgiei și diferite utilaje pentru analiza gazelor la pavilionul Irlandei. Japonia a etalat unele traductoare electronice pentru măsurarea temperaturilor, presiunilor, debitelor și nivelelor, executate în colaborare cu Fabrica de elemente de automatizare din București; Elveția a expus arbori de avans pentru foraj; Israel a prezentat diferite instalații și aparate de măsură și control, precum și instalații de automatizare. Danemarca a prezentat echipamente pentru cercetarea științifică, printre care instrumente de măsurare a debitelor, a turbulenței și a temperaturilor, instrumente de analiză a timpului de corelare, a amplitudinii de probabilitate, a presiunii, a vibrațiilor și a deplasărilor, regulatoare pentru controlul uleiului și al gazelor, precum și aspiratoare de ulei.

Se poate spune că Bucureștiul a constituit un loc de întîlnire și de confruntare a realizărilor din importante domenii ale tehnicii și științei contemporane, un loc de colaborare pentru specialiști și oameni de afaceri, prilej de promovare a schimbului mondial de valori materiale.

Zonare şi corelare a paleozoicului din platforma moesică pe baza asociaţiilor palino-protistologice. I

D. Beju

În cadrul lucrărilor geologice complexe efectuate în platforma moesică, analiza palino-protistologică a fost aplicată intensiv spre a furniza date biostratigrafice în vederea datării şi orizontării formaţiunilor sedimentare traversate de foraje. Rezultatele practice obţinute au dovedit cu prisosinţă eficienţa acestei noi metode bazată, în primul rînd, pe posibilitatea de a întîlni un număr mare de microfosile (pînă la cîteva sute de exemplare la un gram de rocă) în volumul relativ redus al probelor de sondă. Ca atare, analiza palino-protistologică a devenit în prezent o metodă cu aplicaţie practică curentă în industria românească de petrol, întreaga succesiune sedimentară din zonele de interes pentru hidrocarburi, care este cuprinsă între precambrian şi terţiarul superior, fiind investigată şi caracterizată din punct de vedere palinologic.

În acest articol, sînt redate sumar concluziile de ordin stratigrafic şi paleogeografic ale cercetărilor palino-protistologice cu caracter aplicativ, efectuate într-o perioadă de peste 10 ani asupra sedimentarului paleozoic din platforma moesică, care au fost prezentate pe larg în cadrul unei teze de doctorat la Universitatea Al. I. Cuza din Iaşi, sub conducerea ştiinţifică a prof. dr. doc. N. Macarovici*. Metodele paleobiologice rămîn cele mai eficiente metode pentru datarea şi corelarea formaţiunilor forate. De aceea, s-a considerat că, pînă la publicarea lucrării „in extenso", este utilă prezentarea acestui articol, spre a pune la dispoziţia geologilor interesaţi un material sintetic unitar, care să contribuie la soluţionarea problemelor de ordin geologic ce stau în faţa industriei de petrol.

Material şi metodă

Prelucrarea a numeroase probe de sondă, dintre care circa 50% s-au dovedit fosilifere, a dus la identificarea unor bogate şi variate asociaţii palino-protistologice, formate din fitoplancton (acritarcha), chitinozoare şi sporipolen, care reprezintă microfosilele cel mai frecvent întîlnite în depozitele paleozoice din domeniul moesian, constituind adesea singurele argumente paleontologice pe baza cărora s-au putut data probele de sondă.

Pînă în prezent, s-au inventariat 528 de specii, care sînt ilustrate prin 928 de microfotografii aflate în anexa tezei menţionate. Preparatele analizate se găsesc în colecţia laboratorului de palinologie al I.C.P.T.G. — grup secţii cercetare—Bucureşti.

Sedimentele paleozoice prezintă, de obicei, un grad de diageneză avansat, fiind puternic compactizate, dure, iar resturile organice, înglobate în masa lor prezintă, de asemenea, un grad avansat de diageneză organică, ceea ce îngreuiază prelucrarea probelor în laborator. În cadrul lucrărilor întreprinse s-a pus la punct un tratament de laborator adecvat, care constă în mare din : dezagregarea părţii minerale prin tratarea cu acid clorhidric, apoi cu acid fluorhidric în amestec cu perhidrol, oxidarea resturilor vegetale prin tratare cu acid azotic concentrat sau cu perhidrol sau cu amestec de acid azotic cu clorat de potasiu, separarea resturilor organice de fracţiunea minerală prin centrifugare în soluţii apoase de iodură de cadmiu şi iodură de potasiu cu densitatea 2 — 2,1, filtrarea resturilor organice, montarea reziduului organic în preparate microscopice.

Pentru interpretarea biostratigrafică a rezultatelor de analiză, s-a urmărit distribuţia calitativă şi cantitativă pe verticală a asociaţiilor în fiecare dintre sonde sau pe grupe de sonde apropiate. S-a urmărit, în special, stabilirea genurilor şi a speciilor care prin prezenţa, absenţa sau predominanţa lor caracterizează anumite intervale stratigrafice, dîndu-se atenţie specială identificării grupelor de „microfosile caracteristice" diferitelor formaţiuni traversate de foraje. Deoarece majoritatea probelor de sondă au fost disparate, conturarea zonelor palinoprotistologice s-a realizat prin însumarea tuturor datelor de analiză. Zonele separate sînt, deci, definite de fenomene biostratigrafice care prezintă, în acest cadru regional, aspecte calitative şi cantitative similare pentru un anumit interval stratigrafic, paralelizabil în mai multe sonde.

Întrucît platforma moesică se dezvoltă în cea mai mare parte ca o structură de adîncime, iar multe dintre formaţiunile paleozoice traversate de foraje nu aflorează pe teritoriul

* D. Beju — Contribuţii la studiul palino-protistologic al paleozoicului din platforma moesică. Teză de doctorat, Univ. Al. I. Cuza—Iaşi, 391 p., 57 pl., 11 fig., 4 anexe, 1971.

țării noastre, stabilirea vîrstei geologice a asociațiilor palino-protistologice s-a realizat, în majoritatea cazurilor, prin paralelizare extraregională, recurgîndu-se, de preferință, la comparații cu asociații similare descrise din bazine clasic cunoscute din provincia euroamericană.

Atunci cînd a fost posibil, datările efectuate prin metoda palino-protistologică au fost întărite prin cele macrofaunistice. Faunele ordoviciene și siluriene de la Călărași, Bordeiul Verde, Berlescu [13, 15, 30], cele devoniene de la Mangalia și Călărași [12, 27—30], ca și cea dinantiană de la Cetate [18, 19], au servit drept etaloane de comparație pentru corelarea celorlalte foraje. Este remarcabil faptul că, deși există unele diferențieri de detaliu, care se datoresc deosebirilor dintre distribuția faunei și a florei, datările efectuate pe baza asociațiilor palinoprotistologice au fost confirmate de cele macrofaunistice.

Istoricul cercetărilor geologice

În perioada premergătoare celui de-al doilea război mondial, cunoștințele geologice referitoare la structura de adîncime a platformei moesice erau limitate. Ele se mărgineau la datele privind formațiunile neozoice și cretacice superioare investigate prin sondele de la Filaret și Mărculești (L. Mrazec, 1907, G. Murgoci, 1907) și la un studiu gravimetric (I. Gavăt, 1938).

O nouă perioadă de cunoaștere începe după anul 1950, cînd se trece la explorarea prin foraje a unității.

Concomitent a luat amploare cercetarea paleontologică complexă a probelor de sondă, în vederea dirijării lucrărilor de foraj și a argumentării științifice a lucrărilor de proiectare și sinteză, abordîndu-se o serie de domenii noi pentru țara noastră, cum ar fi studiul foraminiferelor, ostracodelor, conodontelor și al chitinozoarelor din paleozoic și mesozoic, ca și cel al polenosporilor și fitoplanctonului din paleozoic, mesozoic și terțiar.

Lucrările publicate, care au contribuit în mod direct la cunoașterea biostratigrafiei paleozoicului de pe teritoriul românesc al platformei moesice, se datoresc următorilor autori :

— N. Grigoraș (1956) dovedește pe baza unor graptoliți monoprionizi că un foraj de la Tusla a străbătut formațiuni siluriene (gotlandiene) superioare.

— N. Grigoraș (1961), I. Pătruț și colab. (1961) semnalează prezența silurianului superior cu tentaculiți într-un foraj de la Optași.

—B. S. Venkatachala, D. Beju (1961, 1962), D. Beju, N. Dăneț (1962), B. S. Venkatachala, D. Beju, R. K. Kar (1969) dovedesc pe baza unor asociații de spori, fitoplancton și chitinozoare prezența silurianului, a devonianului și a carboniferului într-o serie de foraje de la Călărași, Călăreți și Optași.

— D. Patrulius, T. Neagu (1963), D. Patrulius (1963) identifică brachiopode și foraminifere de vîrstă dinantiană în forajul de la Cetate.

— D. Beju (1964) dovedește pe criterii palino-protistologice că o serie de foraje din sectorul nord-vestic al unității au străbătut formațiuni siluriene, devoniene și carbonifere.

—N. Dăneț (1964), N. Năstăseanu (1967) determină asociații microfaunistice de vîrstă siluriană, devoniană și carboniferă într-o serie de foraje din sectorul estic al unității.

— G. Răileanu, A. Semaka, M. Iordan, N. A. M. Dăneț (1965), G. Răileanu, M. Iordan, N. A. M. Dăneț. D. Beju (1966) G. Răileanu, A. Semaka (1966) și M. Iordan (1967) orizontează formațiunile siluro-devoniene carotate continuu într-un foraj de la Mangalia pe baza macrofaunei, macroflorei, microfaunei și a microflorei.

—G. Răileanu, M. Iordan și E. Săndulescu (1967) determină macrofaună ludlowiană și eodevoniană într-un alt foraj de la Călărași.

— D. Beju (1967) realizează o primă corelare a eodevonianului deschis de mai multe sonde pe baza asociațiilor palinoprotistologice.

— G. Murgeanu, C. Spasov (1968) determină graptoliți de vîrstă arenigiană și wenlockiană într-un foraj de la Bordeiul Verde, iar D. Patrulius și M. Iordan (1969, 1970) identifică resturi de pești placodermi în devonianul de la Smirna.

—D. Beju (1970) prezintă orizontarea și corelarea palinologică a formațiunilor carbonifere străbătute de o serie de sonde și a celor care aflorează pe mai multe profile din Banat.

—M. Iordan, B. Rickards (1971) realizează o revizie a faunelor de graptoliți identificate anterior în platforma moesică și pun în evidență prezența wenlockianului la Berlescu.

— G. Murgeanu, D. Patrulius (1963), G. Răileanu, D. Patrulius, O. Mirăuță, M. Bleahu (1968), C. Barbu, E. Vasilescu (1967), D. Patrulius, M. Iordan, E. Mirăuță (1969) și D. Paraschiv (sub tipar) publică lucrări de sinteză care reflectă stadiul de cunoaștere a peleozoicului din platforma moesică în momentele respective.

Mai menționăm contribuția substanțială adusă la cunoașterea stratigrafiei și structurii acestei unități de I. C. P. T. G. — grup București și de geologii din industria de petrol, care au efectuat numeroase studii geologice regionale sau locale, precum și cercetări complexe de laborator. Rezultatele acestora sînt con-

semnate în numeroase buletine de analiză şi rapoarte nepublicate, aflate în arhiva unităţilor din industria extractivă de petrol şi gaze.

Consideraţii de ordin geologic

Platforma moesică este unitatea structurală cuprinsă în interiorul arcului format de Carpaţi şi Balcani, fiind mărginită spre nord, vest şi sud de depresiunea precarpatică în România şi de depresiunea prebalcanică în Bulgaria. Se consideră că spre nord şi nord-vest, unitatea de platformă este delimitată de zona de orogen, de linia pericarpatică, iar spre est şi nord-est de falia Pecineaga—Camena şi de prelungirea acesteia în adîncime.

Fundamentul precambrian cutat şi metamorfozat (etajul structural inferior) al platformei moesice este alcătuit din şisturi verzi în domeniul estic şi din şisturi cristaline în domeniul vestic.

Cuvertura sedimentară (etajul structural superior) este constituită din depozite slab cutate, care ating grosimi maxime de circa 7 000—8 000 m. Pe baza datelor paleontologice, inclusiv a celor palinologice, obţinute din forajele executate pînă în prezent, s-a dovedit că succesiunea sedimentară este alcătuită din depozite paleozoice, mesozoice, terţiare şi cuaternare. Ca efect al mişcărilor epirogenetice, această succesiune prezintă o serie de lacune, marcate prin paleoreliefuri, care separă patru cicluri majore de sedimentare (etaje structurale de gradul II), şi anume :

— ciclul paleozoic inferior-paleozoic mediu (cambrian-carbonifer mediu) ;

— ciclul paleozoic superior-mesozoic inferior (permian superior-triasic superior) ;

— ciclul mesozoic mediu-neozoic inferior (liasic-eocen) :

— ciclul neozoic mediu-cuaternar (tortonian-cuaternar).

Interpretînd datele de foraj existente am considerat că în cuprinsul primului ciclu se succed în timp trei serii (grupe) litologice principale, însumînd grosimi maxime de circa 4 500 m, pe care le-am denumit după cum urmează :

— *seria (grupa) terigenă paleozoică inferioară* (cambrian ? — eifelian) reprezintă primul termen major al succesiunii sedimentare din platforma moesică, avînd un caracter predominant clastic-terigen. Seria demarează printr-un orizont de gresii arcoziene şi ortocuarţite, peste care se dispune un important complex predominant argilistic şi ia sfîrşit printr-un alt complex grezos cuarţitic ;

— *seria (grupa) calcaro-dolomitică paleozoică medie* (giveţian-dinanţian) reprezintă termenul median al ciclului paleozoic, fiind constituită din roci de precipitaţie chimică, predominant calcaroase sau dolomitice, asociate în treimea inferioară cu produse evaporitice ;

— *seria (grupa) terigenă carboniferă* (namurian-westphalian inferior) reprezintă termenul final al ciclului, fiind alcătuită din argilite şi microgresii, care admit intercalaţii de evaporite la partea superioară.

Datele palino-protistologice actuale dovedesc că în sondele investigate, westphalianul superior, stephanianul şi autunianul corespund unei importante lacune de sedimentare.

Sedimentarea reîncepe în timpul permianului superior, cînd se depune o puternică serie terigenă de culoare roşie (seria roşie permiană), care reprezintă baza ciclului de sedimentare permotriasic. Probele extrase din această serie sînt nefolositoare. Vîrsta permiană a seriei se impune însă pe criterii de superpoziţie, deoarece la partea sa superioară s-au identificat asociaţii palinologice caracteristice zonei de tranzit de la permian la triasic [35].

Figurile 1 şi 2 redau sectoarele în care s-au identificat asociaţii palino-protistologice paleozoice şi raporturile dintre coloana stratigrafică sintetică şi zonele separate pe baza acestora, iar cele trei profile din anexă, corelarea unor profile mai semnificative.

Consideraţii biostratigrafice

Ampla succesiune sedimentară din bazinul moesian şi bogăţia materialului fosil permit evidenţierea evoluţiei asociaţiilor palino-protistologice în intervalul cuprins, cu unele întreruperi, între paleozoicul inferior şi cuaternar, ceea ce reprezintă probabil un exemplu unic în Europa.

În cazul paleozoicului, în domeniul moesian se disting majoritatea trăsăturilor generale ale evoluţiei acestor asociaţii, aşa cum au fost fragmentar recunoscute în alte bazine paleozoice din Europa, Africa şi America de Nord, ceea ce permite realizarea unor bune corelări extraregionale. În mare, ordovicianul şi silurianul sînt caracterizate de abundenţa fitoplanctonului asociat cu diferite tipuri de chitinozoare, care prezintă o evoluţie rapidă de la ordovician către eodevonian. O dată cu gothlandianul superior, apar cu certitudine, dar subordonat, primii spori trileţi de criptogame vasculare. În cuprinsul devonianului fitoplanctonul şi chitinozoarele dispar treptat şi devin predominanţi sporii trileţi, care, de la eodevonian către neodevonian, prezintă un proces continuu de diversificare morfologică şi de creştere a taliei indivizilor. Carboniferul prezintă un conţinut palinologic extrem de bogat, calitativ diferit de cel al devonianului, alcătuit aproape în exclusivitate din spori cu o mare varietate morfologică (fig. 3).

Apariţia, extincţia sau perioadele de proliferare maximă a celor 528 de specii de fitoplancton, chitinozoare şi polenospori determinate permit, în stadiul actual de cunoaştere, indi-

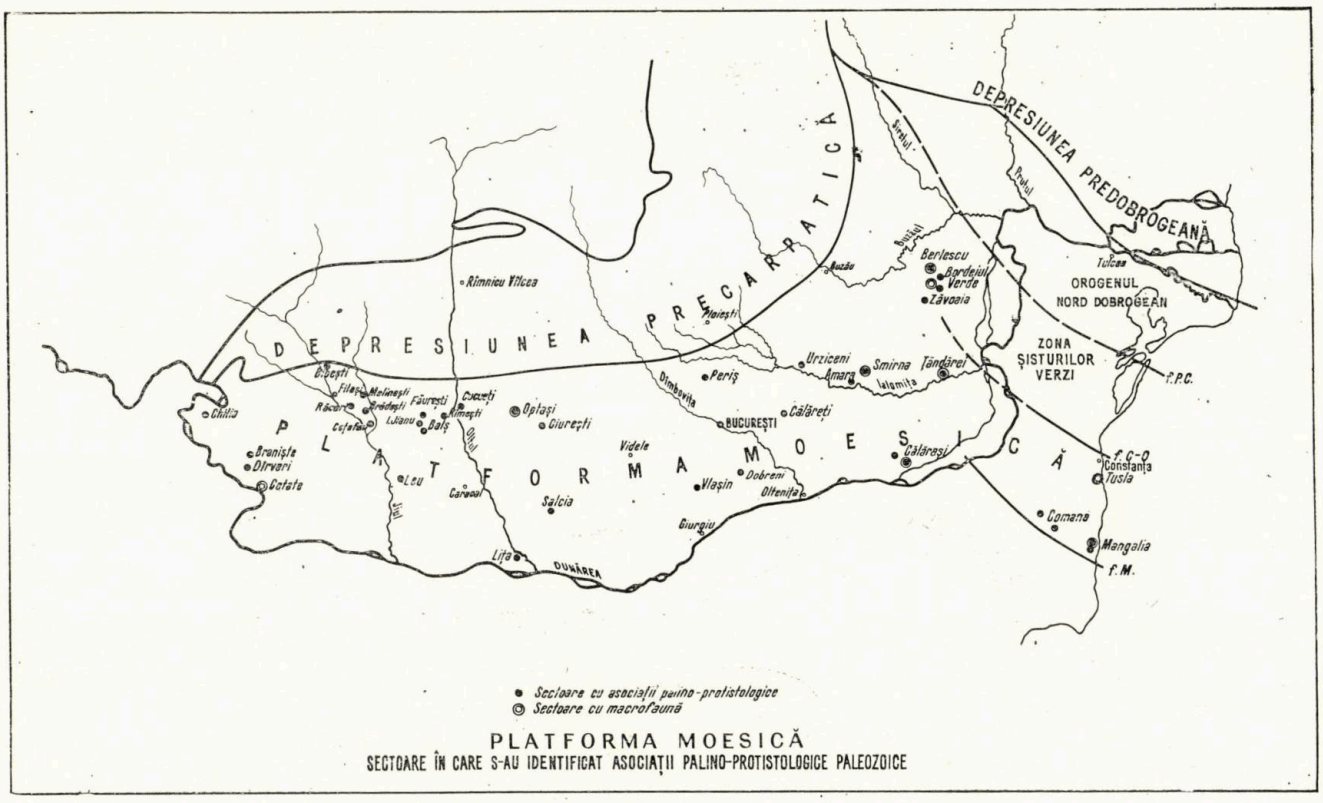


Fig. 1.

vidualizarea a zece zone palino-protistologice principale și a cinci subzone. Aceste biozone sînt net distincte și caracterizează segmentele stratigrafice cărora le corespund. Pe plan orizontal, în cadrul fiecărei zone separate, modul de asociere a acestor microfosile păstrează caractere calitative și cantitative similare pe toată suprafața unității, făcînd posibilă realizarea unor bune corelări intraregionale.

În ordine cronologică, zonele separate sînt următoarele :

1. *Zona palino-protistologică* O_1
(tremadocian-arenigian)

Cele mai vechi asociații identificate pînă în prezent au fost recoltate dintr-un complex de argilite cenușii-verzui, situat către partea bazală a seriei terigene paleozoice inferioare, care a fost străbătută de foraje la Balș și Țăndărei. Această zonă este caracterizată de abundența acritarchelor și de apariția primelor resturi nedeterminabile de chitinozoare. În asociație predomină formele subsferice cu talie mică din grupul *Protosphaeridium*, *Synsphaeridium*, *Trachysphaeridium* și *Leiosphaeridia* (20—40%). Mai caracteristică este însă apariția speciilor *Archaeohystrichosphaeridium Janicewsky* T i m o f e e v, *A. minor* T i m o f e e v, *A. arenigum* T i m o f e e v, *Vulcanisphaera frequens* G o r k a, *V. nebulosa* D e u n f f, *Michrystridium shintonensis* D o w n i e, *M. cf. stellatum* D e f l a n d r e, *Cymatiosphaera boulardi* D e u n f f, *Cymatiogalea bellicosa* D e u n f f, *C. polygonomorpha* G o r k a, *Tasmanites sp.* și *Leiofusa sp.*

Asociația, din care lipsesc reprezentanții grupului *Diacromorphitae* D o w n i e, E v i t t & S a r j e a n t, este stratigrafic superioară în raport cu cele descrise din cambrian, avînd un caracter general mai evoluat decît aceastea, dar este paralelizabilă cu asociațiile descrise din tremadocian și ordovicianul inferior din Polonia, U. R. S. S., Anglia și Sahara.

Apariția acestor asociații sugerează cu orizontul adiacent inferior nefosilifer de gresii arcoziene și ortocuarțite revine probabil cambrianului.

2. *Zona palino-protistologică* O_3
(caradocian-ashgillian)

Zona corespunde unor complexe de argilite negricioase, parțial șistoase, traversate de sonde la Bordeiul Verde, Țăndărei și Mangalia. La acest nivel s-au identificat 73 de tipuri de acritarche și chitinozoare. În asociație predomină acritarchele ornate cu spini simpli sau ramificați din grupul *Gonyosphaeridium balticum* (E i s e n a c k), *G. polygonale* (E i s.), *Baltisphaeridium hirsutoides* (E i s.), *B. multipilosum* (E i s.), *B. brevispinosum* (E i s.), *B. trifurcatum* (E i s.), *B. brevifurcatum* (E i s.), *Peteinosphaeridium nudum* (E i s.). Foarte caracteristică este apariția acritarchelor cu talie relativ mare din grupul *Baltisphaeridium longispinosum* (E i s.), *B. stellaeforme* (T i m o f e e v), *B. cognitum*

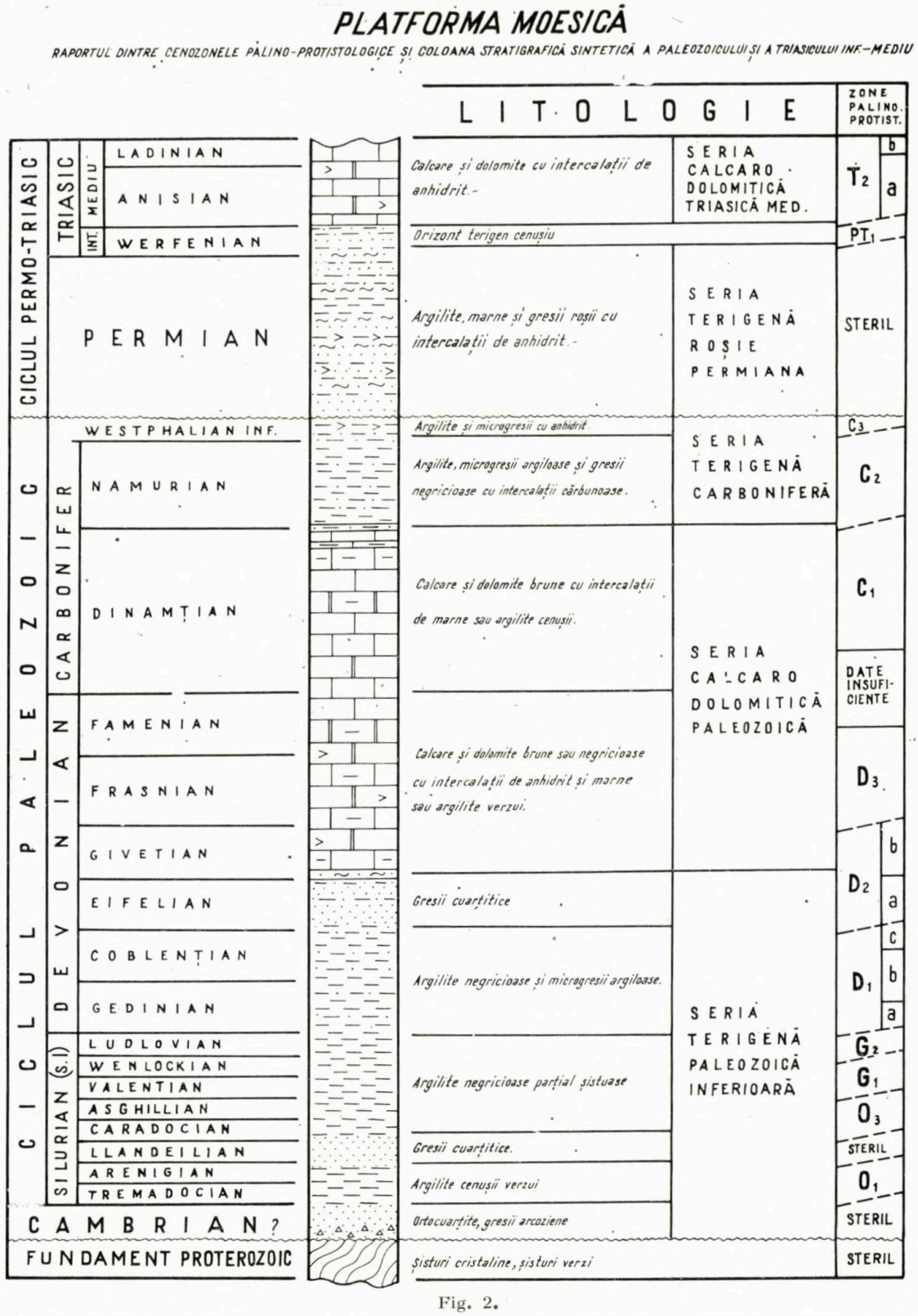


Fig. 2.

(Timofeev), *B. moesianum* sp. nov., *Veryhachium trisulcatum venetum* Deunff. În asociație mai apar frecvent chitinozoare, care sînt reprezentate printr-un grup foarte distinct, cu talie relativ mare (250—900 microni). Mai frecvente și semnificative sînt formele mari cilindroconice din grupul *Lagenochitina shelvensis* Jenkins, *L. porrecta* Umnova, *L. magnifica* Umnova, *L. maxima* Taugourdeau & de Jekhovsky, *Conochitina*

insueta Umnova, *C. claviformis* Eis., *C. macarovicii* sp. nov.. *Rhabdochitina usitata* Jenkins, *R. claviformis* Taug., *R. gallica* Taug., *Cyathochitina calix* (Eis.), *C. campanulaeformis* (Eis.), *Desmochitina minor* Eis., asociate subordonat cu primii reprezentanți ai genului *Ancyrochitina* Eis.

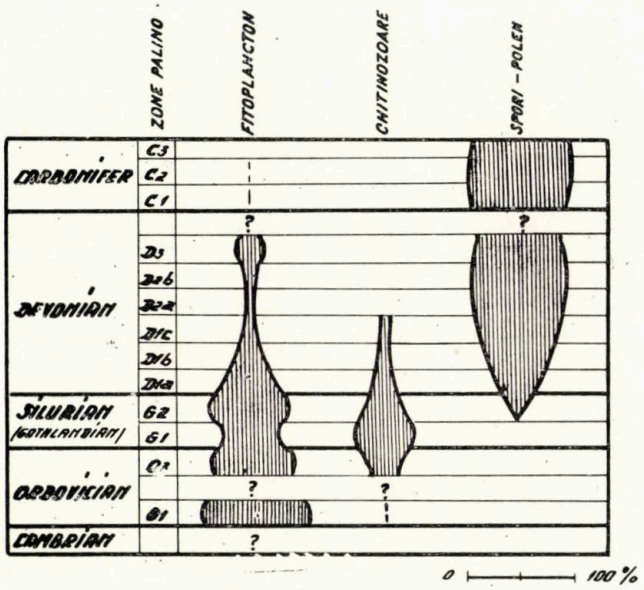


Fig. 3.

Distribuția stratigrafică și raporturile cantitative dintre fitoplancton, chitinozoare și spori — polen în succesiunea paleozoică din platforma moesică.

Atît asociația de chitinozoare, cît și cea de fitoplancton se compară cu cele descrise din ordovicianul din regiunea Mării Baltice, U.R.S.S Franța, Anglia, Sahara și America de Nord, plasîndu-se în intervalul cuprins între caradocian, probabil mediu și ashgillian.

3. *Zona palino-protistologică* G_1
(valentian-wenlockian)

Această zonă corespunde unui alt pachet de argilite negricioase situat în continuitate de sedimentare peste cel atribuit ordovicianului superior, care a fost deschis de sonde la Mangalia, Țăndărei și Bordeiul Verde.

Asociația zonei G_1 prezintă un conținut palinologic mai rău conservat, alcătuit din 57 de tipuri de chitinozoare și acritarche. Pentru această zonă sînt mai caracteristice chitinozoarele, reprezentate prin cîteva specii cu distribuție stratigrafică limitată, ca *Angochitina longicolla* Eis. și *Conochitina proboscifera* Eis., asociate subordonat cu *C. decipiens* Taug. & Jek., *C. turris* Taug., *C. claviformis* Taug., *Rhabdochitina gallica* Taug. și cu grupul *Ancyrochitina cf. ancyrea* (Eis.), *A. cf. desmea*, *Sphaerochitina sphaerocephala* Eis., specii care apar mai rar la acest nivel, dar vor prolifera la partea superioară a silurianului.

Asociația de mai sus se paralelizează cu cele descrise din stratele Visby, Slite și Mulde (valentian-wenlockian) din Insulele Gothland și cu cele din silurianul inferior din Franța și Sahara. Deși în Insulele Gothland cele două etaje se individualizează pe baza chitinozoarelor, pe materialul disparat de care s-a dispus nu s-a putut face o separare mai detaliată, dar este evident că zona G_1 corespunde silurianului medio-inferior, fără a urca mai sus de wenlockian.

4. *Zona palino-protistologică* G_2
(ludlowian)

Partea superioară a silurianului este bine caracterizată de un conținut palino-protistologic bogat și bine conservat, recoltat din numeroase probe extrase din forajele de la Chilia, Leu, Balș, Optași, Cucueți, Făurești, mai multe sonde de la Bordeiul Verde, Zăvoaia, Călărași, Țăndărei și Mangalia. Zona corespunde unor complexe de argile negricioase, parțial șistoase, în care s-au identificat 40 de tipuri de acritarche, 46 de tipuri de chitinozoare și 12 tipuri de spori trileți.

În zona G_2 nota cea mai tipică este dată tot de chitinozoare. Predomină net formele cilindro-sferice ornate, cu talie mai mică decît a celor din zonele inferioare, din grupul *Ancyrochitina ancyrea* (Eis.), *A. fragilis* Eis., *A. desmea* Eis., *A. moldavica* Beju & Dăneț, asociate cu forme coloniale de *Linochitina erratica* (Eis.), *L. cingulata* (Eis.), *Margachitina margaritana* (Eis.) și *Sphaerochitina pistiliformis* Eis., *S. acanthifera* Eis., *Lagenochitina elegans* Beju & Dăneț, *Angochitina capillata* Eis. etc. Dintre acritarche sînt mai semnificative formele cu test sferoidal și apendice bifurcate din grupul *Baltisphaeridium arbusculiferum* Downie, *B. ramusculosum* (Deflandre), *B. ravum* Downie, *B. granulatispinosum* Downie, *B. molinum* Cramer, *Multiplicisphaeridium cladum* (Downie), ca și formele cu două pînă la patru apendice din grupul *Deunffia brevispinosa* Downie, *Veryhachium* grup *trispinosum* (Eis.), *V. europaeum* Stockmans & Williere, *V. tetraedrum* Deunff. Marcînd importantul moment evolutiv al apariției criptogramelor vasculare, la acest nivel este remarcabilă apariția subordonată a primilor spori trileți cu talie mică și morfologia simplă din grupul *Leiotriletes simplex* Naumova, *Ambitisporites dilutus* (Hoffmeister), *A. avitus* Hoff., *Punctatisporites* sp., *Retusotriletes* sp., *R. cf. warringtonii* Richardson & Lister, *Emphanisporites sp.*? (forme foarte mici).

Datarea acestei asociații este facilitată de apariția concomitentă a celor trei grupe de microfosile. Asociația se compară în proporție însemnată cu cele descrise de la partea superi-

oară a silurianului din regiunea Mării Baltice, Anglia, Franța, Spania și Sahara, indicînd vîrsta ludlowiană a zonei G_2.

5. *Zona palino-protistologică* D_1 (eodevonian)

Această zonă corespunde unui important complex de argilite și argilite microgrezoase de culoare negricioasă, care constituie, în mare, jumătatea superioară a seriei terigene paleozoice inferioare și a fost interceptat de sonde la Chilia, Balș, I. Jianu, Ciurești, Urziceni, Smirna, Zăvoaia , Bordeiul Verde, Țăndărei, Călărași și Mangalia. În ansamblu, zona este caracterizată de un conținut palino-protistologic extrem de bogat și bine conservat, alcătuit din fitoplancton (55 de tipuri), chitinozoare (31 de tipuri) și spori de criptogame (78 de tipuri), ultimii începînd să predomine numeric în această zonă.

În cuprinsul zonei D_1 se remarcă trei fenomene principale : a) de la limita cu silurianul către mesodevonian frecvența sporilor crește progresiv, fiind însoțită de un proces continuu de creștere a taliei acestora și de o complicare morfologică, exprimată taxonomic printr-un număr din ce în ce mai mare de specii ; b) concomitent descrește importanța chitinozoarelor, reprezentate prin forme cu talie mică, ornate cu apendice multiramificate, care vor dispărea către partea superioară a zonei ;

c) la partea inferioară a zonei mai persistă, subordonat, elemente fitoplanctonice comune cu silurianul, dar acestea cedează locul unui alt grup de forme, care au un maxim de frecvență în partea inferioară și mediană a zonei, spre a diminua simțitor către partea superioară a acesteia.

Aceste fenomene concomitente permit separarea a trei subzone distincte.

Subzona D_1a (gedinian) este caracterizată de apariția frecventă a unui grup de spori simpli, cu talie relativ mică (20—45 microni), din grupul *Leiotriletes* sp., *L. simplex* Naumova, *L. laevis* Naum., *Punctatisporites* sp., *P. debilis* Hacquebard, *Retusotriletes* sp., *R. simplex* Naum., *Emphanisporites minutus* Allen, asociați cu *Ambitisporites* și numeroase forme de trecere de la acest gen către *Leiotriletes* și *Retusotriletes*. Mai persistă subordonat, cîteva specii de chitinozoare și acritarche comune cu zona G_2, dar, pe lîngă acestea, apar acum o serie de elemente noi, ca *Angochitina devonica* Eis., *A. bifurcata* Collinson & Schwalb, *Urochitina simplex* Taug. & Jek., *Ancyrochitina tumida* Taug. & Jek., *A. tomentosa* Taug. & Jek., și numeroase exemplare de *A. ancyrea minor* subsp. nov., iar dintre acritarche este mai semnificativ grupul *Baltisphaeridium simplex* Stockmans & Williere, *Veryhachium remotum* Deunff. *V. josefae* Cramer, *V. thyrae* Cramer, *Triangulina alargada* Cramer, *Polyedrixium multifrons* Deunff, *Pterospermopsis martinii* Cramer.

Subzona D_1b (siegenian) este caracterizată de apariția unor asociații mai diversificate de spori, în care, pe lîngă formele simple, apar specii cu exina ornată cu spini ca *Anapiculatisporites ventae* Cramer, *Acanthotriletes inferus* Naum, *A. espinositus* Cramer, *Apiculiretusisora* sp., cu îngroșări radiare proximale ca *Emphanisporites rotatus* Mc Gregegor, *E. robustus* McGregor, asociate cu *Perforosporites robustus* Scott & Rouse, *Retusotriletes communis* Naum., *R. semizonalis* McGregor, *R. rotundus* Streel și numeroase forme subsferice simple din grupul *Punctiatisporites* sp., *P. cf. solidus* Hacq., *P. irrassus* Hacq., *Calamospora* sp. *C. nigrata* (Naum). Tot la acest nivel mai apar frecvent acritarche cu test poligonal și apendice ramificate de tip *Veryhachium robiosum* Cramer, *V. cf. furcillatum* Deunff, *Baltisphaeridium molinum* Cramer asociate cu *B. pilaris* Cramer, *V. cf. fisherii* Cramer, *Onondagella deunfii* Cramer, *Cymatiosphaera canadense* Deunff etc.

Subzona D_1c (emisan) este caracterizată de apariția unui alt grup distinct de spori cu perină, zonă sau cingulum, care reprezintă precursorii microflorei mesodevoniene. Mai semnificativ este grupul *Lycospora culpa* Allen, *Auroraspora minuta* Rich., *Hymenozonotriletes* sp., *H. cf. spinosus* Naum., *Perotriletes mutabilis* Lelee & Streel, *Perotriletes* sp. A, forme apropiate de *Cingulizonatus* (Dybova & Jachowicz), care reprezintă probabil un gen nou, asociate cu numeroase exemplare de *Apiculiretusispora toriensis* Cramer, *Anapiculatisporites burtonensis* Streel, *Retusotriletes triangulatus* Streel și, mai rar, *Emphanisporites radiatus* (G. Schultz), *E. anulatus* Mc Gregor, *E. cf. erraticus* (Eis), *E. mcgregori* Cramer. Concomitent, în această subzonă, elementele fitoplanctonice și chitinozoarele devin mult mai rare.

6. *Zona palino-protistologică* D_2 (mesdevonian)

Această zonă corespunde orizontului grezos cuarțitic cu care ia sfîrșit seria terigenă paleozoică inferioară și părții bazale a seriei calcaro-dolomitice paleozoice în sondele de la Chilia, Bibești, Dîrvari, Balș, Rîmești, Ciurești, Urziceni, Smirna, Bordeiul Verde, Călărași, Comana și Mangalia.

Către partea bazală a orizontului grezos cuarțitic se situează un prag palinologic de primă importanță, marcat de apariția explozivă a microflorei mesodevoniene.

Asociația zonei D_2 este mult mai diversificată decît cea a zonei D_1, fiind alcătuită din peste 100 de tipuri de spori, și prezintă un aspect general deosebit de caracteristic, datorită frecvenței sporilor relativ mari (100—300 microni)

prevăzuți în zonă, saccus sau curvature și ornamentație bogată (spini, tubercule, apendice ramificate), cum sînt reprezentanții genurilor *Hymenozonotriletes* Naum., *Spinozotriletes* Hacq., *Calyptosporites* Richardson, *Auroraspora* Rich., *Grandispora* Hoffmeister, Staplin & Malloy, *Retusotriletes* (Naum.) Streel, *Apiculiretusispora* Streel, *Dybolisporites* Rich, *Bullatisporites* Allen, *Hystricoporites* Mc Gregor, *Ancyrospora* Rich. Totodată, la limita inferioară a zonei dispar chitinozoarele și o mare parte din speciile de fitoplancton și spori care caracterizaseră eodevonianul.

Diferențierile calitative și cantitative în distribuția tipurilor de spori permit divizarea zonei D_2 în două subzone.

Subzona D_2a (eifelian) corespunde în mare orizontului de gresii cuarțitice, fiind caracterizată de persistența subordonată a unor forme comune cu eodevonianul, de apariția speciilor *Hystricosporites mitratus* Allen, *H. corystus* Rich., *Spinozonotriletes maximus* Lanninger, *Calyptosporites pilaspinosus* Lann., *C. proteus* (Naum). Allen, *Grandispora diamphida* Allen și *Ancyrospora*? A (probabil gen nou), de predominanța speciilor *Hymenozonotriletes endemicus* Cibricova, *H. polymorphus* Naum., *H. selectus* Archanghelskaia, *H. macrotuberculatus* Archang., precum și de abundența speciilor *Apiculiretusispora brandtii* Streel, *Dibolisporites echinaceus* (Eis.) Rich., *D. gibberosus* (Naum.) Rich., *Calamospora atava* (Naum.) Mc Gr., *C. panucea* Rich., *Trileites oxfordensis* Chaloner și a reprezentanților cu talie mare a genului *Retusotriletes* (Naum.) Streel.

Subzona D_2b (givetian) corespunde părții bazale a seriei calcaro-dolomitice, individualizîndu-se prin cîteva schimbări calitative și cantitative în componența asociațiilor de spori. În primul rînd dispar speciile cu afinități eodevoniene care mai persistaseră în sobzona D_2a. În al doilea rînd, apar speciile *Ancyrospora ancyrea* (Eis.). Rich., *A. longispinosa* Rich, *A. grandispinosa* Rich., *Hysttricosporites monosaccus* (Arch.) Allen, *Acinosporites parviornatus* Rich., *Rhabdosporites scamus* Allen, *R. langi* (Eis.) Rich., *Grandispora inculta* Allen. În al treilea rînd scade proporția speciilor care predominaseră în subzona D_2b și crește frecvența speciilor *Densosporites devonicus Rich.*, *Calyptosporites argutus* (Naum.) Cramer, *C. velatus* (Eis). Rich., *Grandispora inculta* Allen, *Hymenozonotriletes melanidus* Naum., *H. verus* Naum., *H. cf. ochlovensis* Naum., *Samarisporites megaformis* Rich., *Auroraspora macromanifestatus* (Hacq.) Rich.

7. *Zona palino-protistologică* D_3 (neodevonian=frasnian)

Această zonă corespunde unui alt pachet predominant calcaros sau dolomitic, cu intercalații de evaporite și argilite, situat în continuitate de sedimentare peste cel corespunzător zonei D_2, care a fost intersectat de sonde la Chilia, Bibești, Dîrvari, Balș, Periș (?), Urziceni Călărași și Comana.

În cuprinsul acestei zone intervin noi transformări în componența asociațiilor de spori. Devin predominanți sporii cu îngroșări distale netede sau ornate, mai semnificative fiind speciile *Geminospora svalbardiae* (Vigran) Allen, *G. tuberculata* Allen, *G. cf. lemurata* Balme, *G. maculata* Taug-Lantz, *Rhabdosporites parvulus* Rich., *R. cuvillieri* Taug.-Lantz, *Archaeozonotriletes variabilis* (Naum) Allen, *A. micromanifestus* Naum., *A. primarius* Naum., *Chelinospora ligurata* Allen, asociate cu *Samarisporites triangulatus* Allen, *S. inusitatus* Allen, *Densosporites lysii* Taug-Lantz, *Hymenozonotriletes incisus* Naum., *Ancyrospora langi* (Taug.-Lantz) Allen.

Asociațiile devoniene identificate în platforma moesică, sînt paralelizabile cu cele descrise de la diferite niveluri ale devonianului din Scoția, Anglia, Insulele Spitsbergen, vestul Europei, U.R.S.S. și America de Nord.

Probele extrase din seria calcaro-dolomitică, de la nivelurile stratigrafice superioare zonei D_3, nu prezintă conținut palinologic concludent, astfel că acest interval corespunde unei lacune de observație palinologică, iar problema limitei devonian/carbonifer rămîne deschisă. La partea superioară a seriei carbonatate s-au identificat însă asociații concludente, care indică vîrsta dinantiană. De aceea, contrar opiniei lui C. Spassov (1971), se consideră că în cuprinsul acestei serii, care în unele sectoare prezintă un caracter comprehensiv evident (Dîrvari, Urziceni, Călărași), sînt incluse și etajele faminian și tournaisian. De altfel, prezența tournaisianului a fost demonstrată recent în nord-vestul unității pe baza microfaunei (N. Năstăseanu, comunicare personală).

Către partea superioară a succesiunii paleozoice s-au identificat numeroase asociații palinologice de vîrstă carboniferă, care sînt adesea extrem de bogate și bine conservate. În componența asociațiilor formate din peste 170 de tipuri de polenospori, intervin noi schimbări calitative și cantitative. Diferențierea este mult accentuată de lacuna de observație amintită, astfel că microflora carboniferă este radical diferită de cea devoniană, constituind un alt reper stratigrafic net distinct.

Privită în ansamblu microflora carboniferă este dominantă de reprezentanții genului *Lycospora* Schopf, Wilson & Bental (40—60%), asociați cu grupul *Anulatisporites* (Loose) Potonié & Kremp, *Densosporites* (Berry), *Cingulizonates* (Dybova & Jachowicz), *Cristatisporites* Pot. & Kr. (20—40%) și cu *Leiotriletes* (Naumova),

Granulotisporites (Ibrahim) Pot. & Kr., *Cyclogranisporites* Pot. & Kr. (5—10%), care formează fondul majorității asociațiilor întîlnite pînă în prezent.

Ca și în alte bazine carbonifere, în distribuția verticală a microflorei se remarcă însă transformări sesizabile. O serie de specii, grupe de specii sau genuri au o extindere stratigrafică limitată, permițînd separarea altor trei zone distincte, notate cu C_1, C_2 și C_3.

8. *Zona palino-protistologică* C_1 (dinantian=visean)

Această zonă corespunde părții superioare a seriei carbonatate traversată de sonde la Braniște, Coțofeni, Dîrvari, Răcari, Brădești, Melinești, Periș, Urziceni și Călărași.

Asociația zonei este caracterizată, în special, de prezența următorului grup de forme: *Leiotriletes densus* Neves, *Waltzispora sagittata* Playford, *Phyllothecotriletes rigidus* Play f. *Punctatisporites pseudobesus* Play f., *Retusotriletes incohatus* Sullivan, *Verucosisporites gobbettii* Play f., *V. baccatus* Staplin, *Tricidarisporites balteolus* Sullivan & Marshall, *Pilosisporites verrutus* Sull. & Marsh. *Raistrickia nigra* Love, *R. macrotuberculata* Beju, *Convolutispora usitata* Play f., *C. vermiformis* Hughes & Play f., *Perotrilites perinatus* Hugh. & Play f., *Triquitrites trivalvis* (Waltz) Pot. & Kr., *Orbisporis muricatus* Bharadwaj & Venkatachala, *Orbisporis convolutus* Butterworth & Spinner, *Murospora conduplicata* (Andreieva) Play f., *M. intorta* (Waltz) Play f., *M. tripulvinata* Staplin, *M. margodentata* Beju, *M. dupla* (Ischenko) Play f., *Desosporites aculeatus* Play f., *Cristatisporites echinatus* Play f., *Vallatisporites* sp., *Potoniespores delicatus* Play f., *Diatomozonotriletes saetosus* (Hacq. & Bars), *D. jubatus* (Staplin), *D. magnus* Beju, *D. trilinearis* Play f., *Corbulispora cancellata* (Waltz) Bharh. & Venk., *C. subalveolaris* (Luber) Sullivan, *Knoxisporites hederatus* (Waltz) Play f., *K. literatus* (Waltz) Play f., *K. stephanephorus* Love, *Alatisporites tesselatus* Staplin, *Velosporites echinatus* Hugh. & Play f. Totodată apar subordonat primii reprezentanți ai genurilor *Tripartites* Schemel, *Rotaspora* Schemel, *Schulzospora* Kosanke.

9. *Zona palino-protistologică* C_2 (namurian)

Această zonă corespunde aproape în întregime seriei terigene cu care ia sfîrșit ciclul de sedimentare paleozoic din platforma moesică, în sondele de la Braniște, Coțofeni, Răcari, Brădești, Melinești, Salcia, Lița, Vlașin, Dobreni, Periș, Călărești și Amara. Probele extrase de la acest nivel conțin asociații extrem de bogate de spori, tipică pentru această zonă fiind apariția constantă a speciilor: *Leiotriletes tumidus* Butt. & Will., *L. adnatoides* Pot., & Kr., *Granulatisporites politus* Hoff., Stap & Malloy, *Acanthotriletes microspinosus* (Ibr.) Pot. & Kr., *Raistrickia microhorrida* (Horts) Pot. & Kr., *Convolutispora varicosa* Butt. & Will., *C. florida* Hoff., Stap., & Malloy, *C. venusta* Hoff., Stap. & Malloy, *Microreticulatisporites concavus* Butt. & Will *Proprisporites rugosus* Neves. *P. laevigatus* Neves, *Triquitrites tricuspis* (Hort) Pot. & Kr., *T. tripertitus* (Hort) Sullivan & Neves, *Mooreisporites fustis* Neves, *Savitrisporites nux* (Butt. & Will.), *Concentricisporites nux* (Butt. & Will.), *C. bianulatus* (Neves) Antonescu, *Cirratriradites ornatus* Neves, *C. saturni* Pot. & Kr., *Reinschospora magnifica* Kosanke, *Spencerisporites radiatus* (Ibr.) Chaloner, *Remysporites magnificus* Butt. & Will. Deosebit de importantă mai este apariția constantă a grupului *Tripartites vetustus* Schemel, *T. rugosus* (Horst), *T. ianthina* Butt. & Will., *Rotaspora fracta* Schemel, *R. knoxii* Butt. & Will., *Bellispores nitidus* (Horst, Sullivan, *Schulzospora rara* Kosanke) *S. elongata* Hoff., Stap. & Malloy, care ating maximul de frecvență în această zonă.

10. *Zona palino-protistologică* C_3 (westfalian inferior)

În componența microflorei apar alte transformări evidente numai la partea cea mai de sus a seriei terigene, într-un orizont gros de circa 60 m, care admite intercalații de evaporite, și a fost interceptat de sonde la Amara și Călărești. La acest ultim nivel fosilifer al paleozoicului apare o altă asociație distinctă, în care sînt mai frecvenți sporii cu saci de aer de tip *Florinites* sp., *F. visendus* (Ibr.) Schopf, Wilsion & Bental, *F. volans* Loose, *F. pumicosus* (Ibr.) S., W. B., *Pytiosporites* sp. asociați cu *Alatisporites trialatus* Kosanke, *A. hexalatus* Ibrahim, *Vestispora* sp., *V. profunda* Wilson & Hoffmeister, *Laevigatosporites ovalis* Kosanke, *L. medius* Kosanke. Apariția acestui grup de forme reperzintă un factor nou din punct de vedere calitativ, care este accentuat de extincția speciilor cu afinități carbonifere medio-inferioare, mai cu seamă a grupului *Tripartites*, *Rotaspora*, *Bellispores*, *Schulzospora*.

Din corelarea extraregională a acestor asociații reiese că zona C_1 revine dinantianului superior, plasîndu-se în intervalul tournaisian terminal-visean, zona C_2 namurianului, iar zona C_3 westphalianului inferior, eventual cu trecere spre namurianul C.

N.V.

BERLESCU

B O R D E I U L V E R D E

ZĂVOAIA

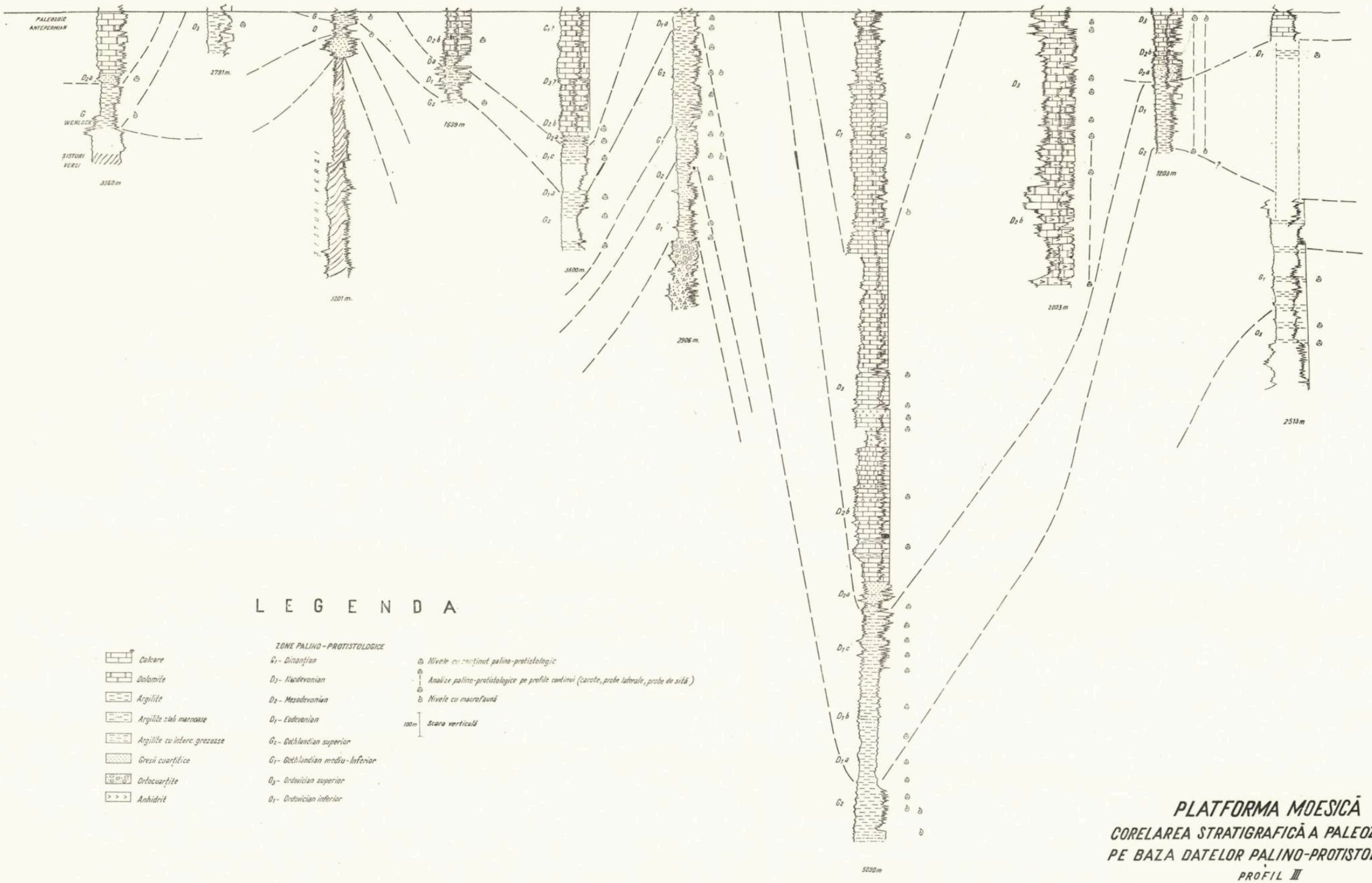
ȚĂNDĂREI

CĂLĂRASI

COMANA

M A N G A L I A

S.E



L E G E N D A

Calcare	ZONE PALINO-PROTISTOLOGICE	Nivele cu conținut palino-protistologic
Dolomite	D_3 - Kazdevonian	Analize palino-protistologice pe profile continui (carote, probe laterale, probe de sită)
Argilite	D_2 - Mesodevonian	Nivele cu macrofaună
Argilite slab marnoase	D_1 - Eodevonian	100m Scara verticală
Argilite cu interc. grezoase	G_2 - Gothlandian superior	
Gresii cuartifice	G_1 - Gothlandian mediu-inferior	
Ortocuarțite	O_3 - Ordovician superior	
Anhidrit	O_1 - Ordovician inferior	

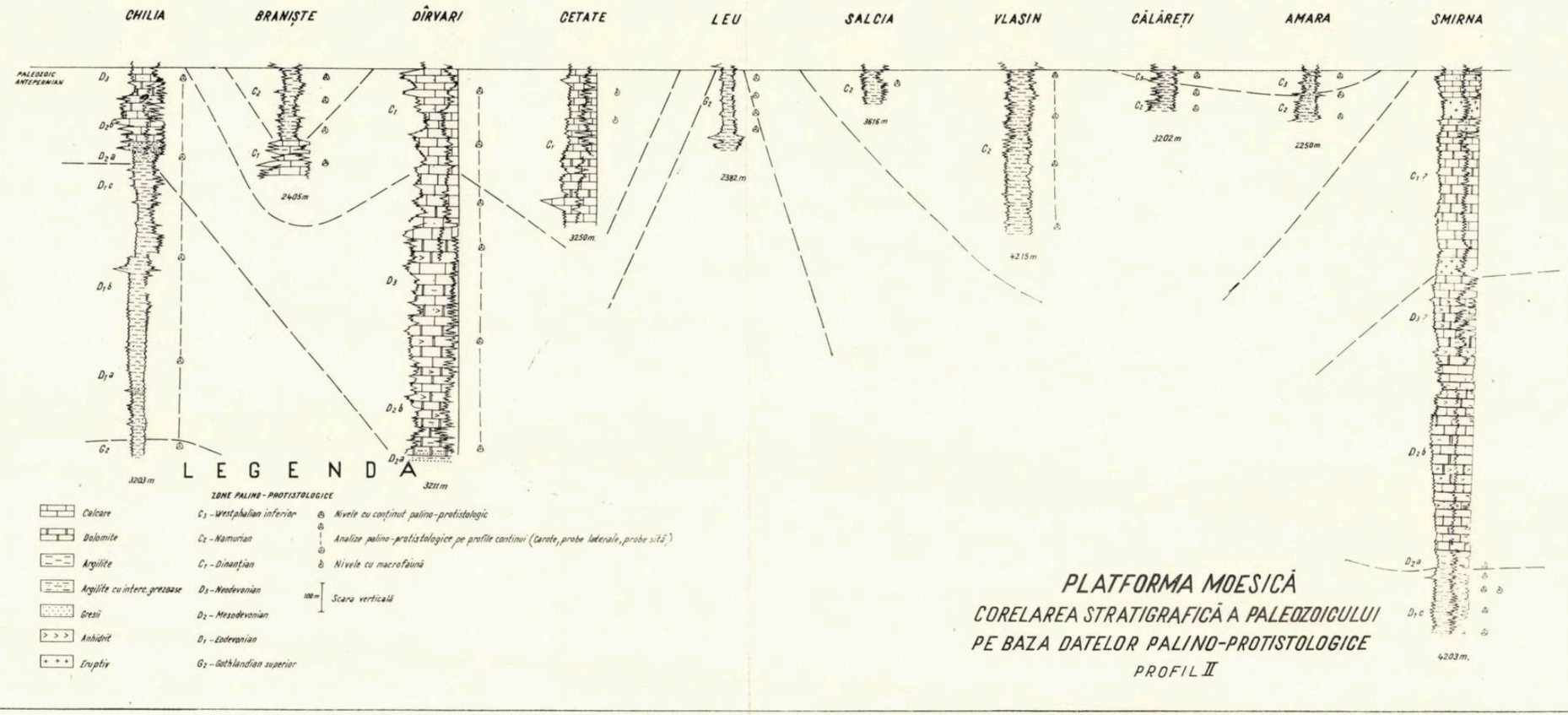
PLATFORMA MOESICĂ

CORELAREA STRATIGRAFICĂ A PALEOZOICULUI PE BAZA DATELOR PALINO-PROTISTOLOGICE

PROFIL III

V.

E.



LEGENDA

ZONE PALINO-PROTISTOLOGICE

- Calcare
- Dolomite
- Argilite
- Argilite cu intere. grezoase
- Grezii
- Anhidrit
- Eruptiv

C_3 – Westphalian inferior
C_2 – Namurian
C_1 – Dinantian
D_3 – Neodevonian
D_2 – Mesodevonian
D_1 – Eodevonian
G_2 – Gothlandian superior

- Nivele cu conținut palino-protistologic
- Analize palino-protistologice pe profile continui (carote, probe laterale, probe sită)
- Nivele cu macrofaună
- 100m – Scara verticală

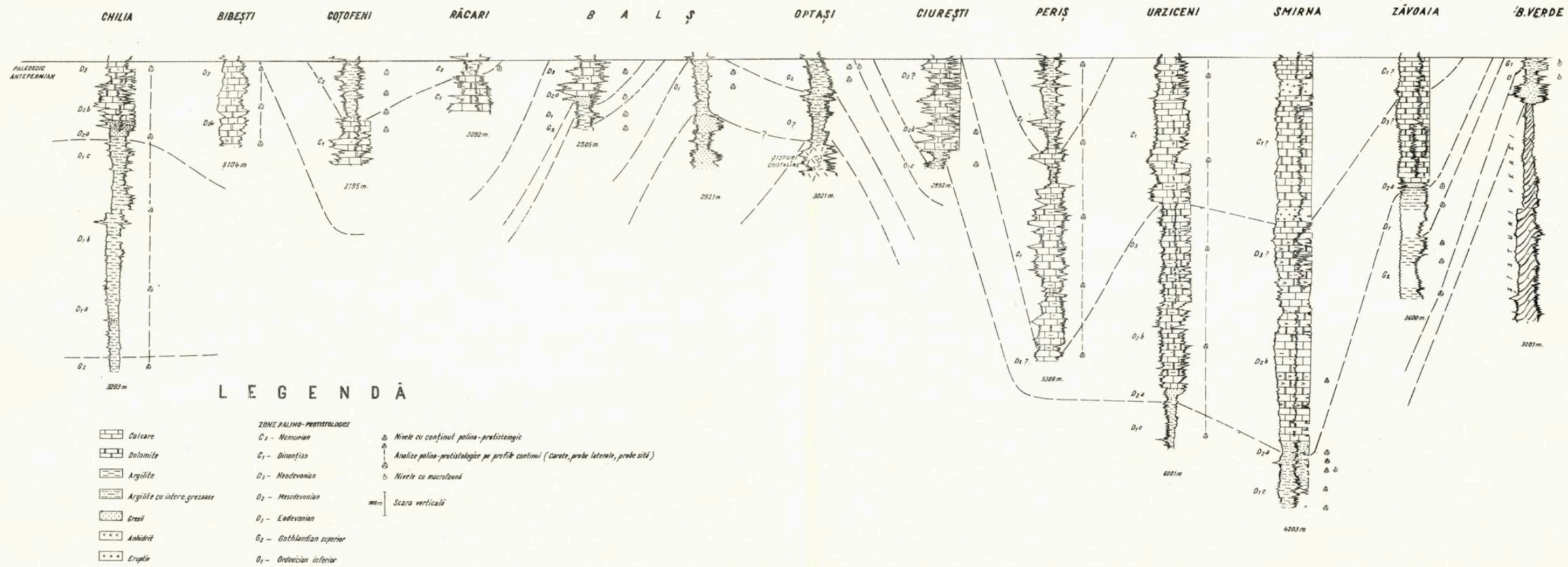
PLATFORMA MOESICĂ

CORELAREA STRATIGRAFICĂ A PALEOZOICULUI PE BAZA DATELOR PALINO-PROTISTOLOGICE

PROFIL II

V.

E.



LEGENDĂ

- Calcare
- Dolomite
- Argilite
- Argilite cu intere. grezoase
- Gresii
- Anhidrit
- Eruptiv

ZONE PALINO-PROTISTOLOGICE

- C_2 – Namurian
- C_1 – Dinantian
- D_3 – Neodevonian
- D_2 – Mesodevonian
- D_1 – Eodevonian
- G_2 – Gothlandian superior
- O_1 – Ordovician inferior

- Nivele cu conținut palino-protistologic
- Analize palino-protistologice pe profile continui (Carote, probe laterale, probe sită)
- Nivele cu macrofaună
- 100m Scara verticală

PLATFORMA MOESICĂ

CORELAREA STRATIGRAFICĂ A PALEOZOICULUI PE BAZA DATELOR PALINO-PROTISTOLOGICE

PROFIL I

Teoria înaintării sapei. I

I. D. Dragoev

Într-un articol precedent [1] s-a arătat care este stadiul actual în studiul teoretic al problemei devierii sondelor și s-a constatat cu această ocazie că problema este încă departe de a fi rezolvată complet. În scopul obținerii unei tratări mai adecvate a acestei probleme, în cele ce urmează se va prezenta, în mod general, problema teoriei mișcării de înaintare a sapei.

Prin mișcare de înaintare sau simplu înaintare a sapei, se va desemna acea componentă a mișcării generale cu caracter cinematic foarte complicat al sapei, care duce la îndeplinirea scopului forajului — gaura de sondă de un profil dat. Evident, dacă se cunosc legile înaintării sapei, se va putea prevedea care va fi profilul sondei în anumite condiții de foraj date, cu alte cuvinte se va prevedea devierea sondei. Acesta este conținutul primei probleme a teoriei înaintării sapei, care va fi numită *problema directă*, referitoare la descrierea, sau cum se va mai spune, la observarea procesului de înaintare a sapei. În practică însă interesează și *problema inversă* de determinare a condițiilor necesare în care trebuie condus procesul de foraj, astfel încît sapa să urmeze un profil dorit, dinainte prescris. Problema astfel enunțată va fi numită *problema dirijării forajului.*

Se poate trece acum la formulări mai exacte. Mai întîi, într-o primă aproximație, se va confunda mișcarea de înaintare a sapei cu mișcarea centrului maselor sapei. Atunci, aplicînd principiul lui D'Alembert pentru această mișcare, se poate scrie :

$$m\bar{a} + \bar{F} + \bar{R} = 0, \qquad (1)$$

unde :

m este masa sapei ;
$\bar{a}$ — accelerația centrului maselor sapei ;
$\bar{F}$ — forța activă asupra sapei ;
$\bar{R}$ — rezistența (reacțiunea) masivului de rocă.

Roca exercită o rezistență foarte mare la mișcarea sapei, această rezistență depinzînd atît de proprietățile rocii, cît și de construcția (tipul) sapei. Făcînd o analogie foarte vagă cu mișcarea unui corp printr-un mediu lichid cu viscozitate foarte mare și viteză foarte mică se poate presupune că, rezistența la înaintarea sapei va depinde liniar de viteza sapei*, adică :

$$\bar{R} = -O^{-1}\bar{v} \qquad (2)$$

În această relație semnul minus arată că rezistența este dirijată în sens opus vitezei $\bar{v}$, iar prin O^{-1} este notat operatorul nesingular de trecere de la vectorul $\bar{v}$ la vectorul $\bar{R}$. Acest operator apare ca o caracteristică integrală a procesului de foraj, un proces de interacțiune fizico-mecanică între sapă și rocă. În mod abstract, în acest proces atît roca, cît și sapa sînt concepute ca două structuri înzestrate cu proprietăți fizico-mecanice specifice și care fiind puse în contact (în interacțiune) provoacă chiar procesul de foraj, ale cărui trăsături esențiale sînt înglobate în structura operatorului $0\_^{1}$. Acest operator va fi numit *operatori de rezistență la înaintarea sapei* sau simplu *operator de rezistență la foraj.*

Dacă se are în vedere faptul că procesul de foraj este un proces foarte lent, înaintarea sapei efectuîndu-se cu accelerații practic neglijabile, și dacă se omite în (1) forța de inerție a sapei și se înlocuiește mai departe în această relație pe $\bar{R}$ cu expresia lui din (2), se va obține :

$$\bar{v} = O\,\bar{F}, \qquad (3)$$

unde :

prin O este notat operatorul invers lui O^{-1}. Se va denumi operatorul O, *operator de înaintare a sapei*, sau simplu, *operator de foraj.* În cele ce urmează se va folosi operatorul de foraj ca o caracteristică integrală a mișcării de înaintare a sapei, în locul operatorului O^{-1} introdus mai înainte.

Evident, ecuația (3) are o structură foarte simplă și ea arată în ce constă esența matematică abstractă a procesului de înaintare a sapei, și anume : în acest proces vectorul forței active asupra sapei $\bar{F}$ suferă o transformare prin intermediul operatorului O, rezultînd în acest fel vectorul vitezei $\bar{v}$, care definește cinematica mișcării de înaintare a sapei. Ecuația (3) permite, în general, să se determine în fiecare moment una dintre cele trei mărimi care o constituie, dacă se cunosc celelalte două. Se constată deci, că ecuația (3), astfel privită, dă, în principiu, soluția atît a problemei directe, cît și a celei inverse. Deoarece ecuația (3) descrie complet aspectul fizico-mecanic al procesului de foraj, se poate spune că ea exprimă o lege — *legea*

* Aici și mai departe toate mărimile cinematice se vor referi la centrul maselor sapei în mișcarea sa de înaintare.

fizică fundamentală a înaintării sapei, sau simplu, *legea forajului*. Astfel ecuația (3) se va numi *ecuația forajului*.

Desigur, definițiile date vor rămîne pur formale și nu se va putea folosi ecuația forajului (3) dacă nu se cunoaște structura operatorului de foraj O. Ea ar trebui să fie dedusă, evident, din experiență, dar deocamdată nu se știe cum să se facă acest lucru. De aceea, se va porni pe calea deducțiilor teoretice, presupunînd la început că pentru procesul de foraj este valabil principiul superpoziției, care este un principiu fizic cu un cîmp de aplicare foarte larg, adică :

$$O(a\bar{F}_1 + b\bar{F}_2) = a\,O\bar{F}_1 + b\,O\bar{F}_2, \qquad (4)$$

unde :

$\bar{F}_1$ și $\bar{F}_2$ sînt vectori arbitrari ai forței active asupra sapei ;

a și b — numere reale arbitrare (coeficienți).

Atunci, introducînd componentele vectorilor $\bar{v}$ și $\bar{F}$ într-un sistem de coordonate ortogonal cartezian x, y, z, și avînd în vedere caracterul liniar al operatorului O, exprimat prin relația (4), ecuația (3) va căpăta forma :

$$\begin{aligned} v_x &= O_{xx}F_x + O_{xy}F_y + O_{xz}F_z \\ v_y &= O_{yx}F_x + O_{yy}F_y + O_{yz}F_z \\ v_z &= O_{zx}F_x + O_{zy}F_y + O_{zz}F_z \end{aligned} \qquad (5)$$

unde :

$$\begin{aligned} \bar{v} &= v_x\bar{i} + v_y\bar{j} + v_z\bar{k}; \\ \bar{F} &= F_x\bar{i} + F_y\bar{j} + F_z\bar{k}; \end{aligned} \qquad (6)$$

$\bar{i}$, $\bar{j}$, $\bar{k}$, — vectorii unitari ai axelor x, y, z ;

O_{ij} $(i, j = x, y, z)$ — coeficienți reali.

În notații matriciale, relațiile (5) se scriu sub formă :

$$\begin{bmatrix} v_x \\ v_y \\ v_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} O_{xx} & O_{xy} & O_{xz} \\ O_{yx} & O_{yy} & O_{yz} \\ O_{zx} & O_{zy} & O_{zz} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \end{bmatrix}, \qquad (7)$$

iar în notații tensoriale (după regula lui Einstein) sub forma :

$$v_i = O_{ij}F_j \quad (i,\ j = x, y, z) \qquad (8)$$

Se observă că, componentele vitezei depind liniar omogen de componentele forței. Se va arăta în continuare cum se transformă coeficienții O_{ij}, care formează matricea $[O_{ij}]$ (și care se va numi *matricea de înaintare a sapei* sau simplu — *matricea de foraj*), la o schimbare a sistemului de coordonate ortogonal cartezian x, y, z, într-un alt sistem de coordonate ortogonal cartezian x', y' z', avînd numai originea comună cu primul. Acest lucru este necesar ca să se stabilească adevărata natură matematică a acestor mărimi fizice, avînd în vedere că în relațiile (5), (7) și (8) s-au legat coeficienții O_{ij} de sistemul de coordonate O_{xyz} ales cu totul arbitrar.

Poziția unuia dintre cele două sisteme de coordonate introduse, față de a celuilalt, este complet determinată dacă se cunosc cosinușii directori ai axelor unuia dintre ele, față de axele celuilalt. Dacă se notează matricea cosinușilor directori de trecere de la sistemul O_{xyz} la sistemul $O_{x'y'z'}$, cu $[\alpha_{i'i}]$, atunci matricea cosinușilor directori de trecere inversă de la sistemul $O_{x'y'z'}$, la sistemul O_{xyz} va fi matricea $[\alpha_{i'i}]$ Deoarece matricea $[\alpha_{i'i}]$ este ortogonală, atunci :

$$[\alpha_{i'i}]\cdot[\alpha_{i'i}]^{-1} = 1 \qquad (9)$$

Componentele vitezei în sistemul de coordonate $O_{x'y'z'}$, în funcție de componentele ei în sistemul O_{xyz} se vor exprima astfel :

$$v_{i'} = \alpha_{i'i}v_i \qquad (10)$$

Înlocuind în această ecuație pe v_i cu expresia sa din (8), se va obține :

$$v_{j'} = \alpha_{i'i}\,O_{ij}\,F_j \qquad (11)$$

Pentru componentele forței $\bar{F}$, în mod analog, se poate scrie :

$$F_j = \alpha_{jj'}\,F_{j'} \qquad (12)$$

unde :

$$[\alpha_{ii'}] = [\alpha_{i'i}]. \qquad (13)$$

Avînd în vedere (12), relația (11) devine :

$$v_{i'} = \alpha_{ii'}\,\alpha_{jj'}\,O_{ij}\,F_{j'} \qquad (14)$$

Deoarece (3) exprimă o lege fizică, atunci și în sistemul de coordonate $O_{x'y'z'}$ se poate scrie o relație analoagă relației (8), adică :

$$v_{i'} = O_{i'j'}\,F_{j'} \qquad (15)$$

Comparînd (14) cu (15), se deduce :

$$O_{i'j'} = \alpha_{i'i}\,\alpha_{j'j}\,O_{ij} \qquad (16)$$

Se observă că regula obținută (16), de transformare a coeficienților O_{ij}, este tocmai regula de transformare a componentelor unui tensor ortogonal de rangul doi, la schimbarea sistemului de coordonate în modul arătat. Prin urmare,

coeficienţii O_{ij} formează un tensor ortogonal de rangul doi, care se va fi denumit *tensorul de înaintare a sapei* sau simplu — *tensorul de foraj*. În cele ce urmează, prin acest tensor se va exprima caracteristica integrală, esenţială a interacţiunii sapă-rocă în procesul de foraj, în locul operatorului O introdus mai înainte. Tensorul de foraj, care va fi notat cu O sau O_{ij}, după nevoie, ca mărime fizică va îngloba în structura sa atît proprietatea de *forabilitate a rocii*, cît şi proprietatea de *penetrabilitate a sapei*.

Tensorul de foraj este complet determinat, dacă se cunosc cele două componente ale sale într-un sistem de coordonate ortogonal cartezian arbitrar. Cu toate că în acest mod de reprezentare a tensorului se admite un anumit arbitrariu în mărimea componentelor lui, legat de arbitrariul în alegerea sistemului de coordonate, totuşi, în totalitatea lor, coeficienţii O_{ij} definesc o mărime fizică obiectivă — tensorul de foraj. Caracterul fizic al noţiunii de tensor de foraj se exprimă matematic pe de o parte prin existenţa unei reguli precise de transformare a componentelor lui la trecerea de la un sistem de coordonate la altul, iar pe de altă parte, ca o consecinţă, în existenţa unui şir de funcţiuni scalare invariante ale componentelor tensorului, a căror valoare nu depinde de alegerea sistemului de coordonate.

Clasa tensorilor reali în spaţiul tridimensional al lui Euclid, căreia îi aparţine tensorul de foraj, este bine studiată în algebra tensorială. Aici se vor reda cîteva noţiuni de formalism tensorial, strict necesare pentru expunerea de faţă. Fie mai întîi o reprezentare grafică a ecuaţiei (3), aşa cum se arată în figura 1. În această figură, O este un transformator operaţional la intrarea căruia este vectorul $\overline{F}$, iar la ieşire — vectorul $\overline{v}$, avînd în general mărimea şi direcţia *diferite* de mărimea şi direcţia vectorului $\overline{F}$. Se definesc ca *direcţii principale* ale tensorului O (sau *direcţii proprii* ale operatorului O) acele direcţii, dacă există, care se bucură de proprietatea, că vectorul de intrare este coliniar cu vectorul de ieşire, adică :

$$\overline{v} = O\overline{F} = \lambda \overline{F}, \tag{17}$$

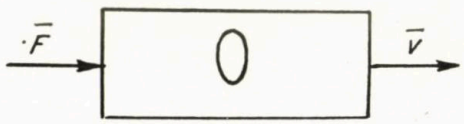


Fig. 1.

sau în notaţii tensoriale :

$$O_{ij} F_j = \lambda F_i \tag{18}$$

sau :

$$(O_{ij} - \lambda \delta_{ij}) F_j = 0 \tag{19}$$

unde :

λ este *valoarea principală* a tensorului O (sau *valoarea proprie* a operatorului O) ;

$\overline{F}$ — *vectorul principal* corespunzător valorii principale λ ;

δ_{ij} — simbolul lui Kronecker.

Pentru ca sistemul (19) să admită soluţii nebanale în F_i, trebuie ca determinantul sistemului să fie nul, adică :

$$\det (O_{ij} - \lambda \delta_{ij}) = 0 \tag{20}$$

Această ecuaţie poartă denumirea de *ecuaţie caracteristică* (seculară) a tensorului O_{ij}. Ea este de gradul trei în λ şi cu coeficienţi reali. Rădăcinile ecuaţiei caracteristice se bucură de o proprietate remarcabilă — ele rămîn invariante la trecerea de la un sistem de coordonate la altul, în modul arătat anterior. Se poate demonstra uşor valabilitatea acestei afirmaţii, dacă se observă că însăşi ecuaţia (20) este invariantă, adică :

$$\det (O_{i'j'} - \lambda \delta_{i'j'}) = \det [\alpha_{i'i}\, \alpha_{j'j} (O_{ij} - \lambda \delta_{ij})] =$$

$$= \det (\alpha_{i'i}) \det (\alpha_{j'j}) \det (O_{ij} - \lambda \delta_{ij}) =$$

$$= \det (O_{ij} - \lambda \delta_{ij}) , \tag{21}$$

întrucît :

$$|\det \alpha_{i'i})| = |\det (\alpha_{j'j})| = 1 \tag{22}$$

Se trage concluzia că rădăcinile ecuaţiei caracteristice pot servi la caracterizarea proprietăţilor intrinseci ale tensorului de foraj, adică a acelor proprietăţi care nu depind de alegerea sistemului de coordonate.

În algebra superioară se arată că rădăcinile ecuaţiei (20) sînt întotdeauna reale. Dacă tensorul O_{ij} este simetric, adică componentele lui se bucură de proprietatea :

$$O_{ij} = O_{ji}, \tag{23}$$

iar valorile lui principale sînt diferite, atunci se arată că vectorii principali corespunzători sînt doi cîte doi perpendiculari, avînd intensităţi diferite şi formînd aşadar un triedru ortogonal. În particular, dacă două sau toate cele trei valori principale ale tensorului sînt egale între ele, acelaşi lucru este valabil şi pentru mărimea vectorilor proprii, ei rămînînd, totuşi, perpendiculari doi cîte doi.

Fie direcţiile principale ale tensorului de foraj O, de vectori unitari $\overline{i}_1$, $\overline{i}_2$, $\overline{i}_3$, iar valorile lui principale corespunzătoare λ_1, λ_2, λ_3. În sistemul de coordonate format de direcţiile principale ale tensorului O, vectorul forţei active pe sapă $\overline{F}$ şi vectorul vitezei $\overline{v}$ se vor scrie :

$$\overline{F} = \overline{F}_1 \overline{i}_1 + F_2 \overline{i}_2 + F_3 \overline{i}_3$$

$$\overline{v} = v_1 \overline{i}_1 + v_2 \overline{i}_2 + v_3 \overline{i}_3 \tag{24}$$

Între vectorii $\overline{v}$ şi $\overline{F}$ există legătura operaţională (3), valabilă pentru orice sistem de coordo-

nate ortogonal cartezian și de aceea se poate scrie :

$$\bar{v} = O(F_1\bar{i}_1 + F_2\bar{i}_2 + F_3\bar{i}_3) \qquad (25)$$

În virtutea liniarității operatorului O și avînd în vedere proprietatea direcțiilor lui principale (17), rezultă :

$$\bar{v} = \lambda_1 F_1\bar{i}_1 + \lambda_2 F_2\bar{i}_2 + \lambda_3 F_3\bar{i}_3 \qquad (26)$$

Comparînd componentele vitezei din (24) și (26), se deduce :

$$\begin{aligned} v_1 &= \lambda_1 F_1 \\ v_2 &= \lambda_2 F_2 \\ v_3 &= \lambda_3 F_3 \end{aligned} \qquad (27)$$

În notații matriciale, relațiile (27) se scriu :

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & O \\ O & \lambda_2 & O \\ O & O & \lambda_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \end{bmatrix}$$

adică matricea tensorului de foraj în sistemul de coordonate format de direcțiile principale capătă *forma diagonală*. Evident, dacă două din valorile principale sînt egale între ele, de exemplu : $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$, matricea tensorului de foraj va căpăta forma :

$$\begin{bmatrix} \lambda & O & O \\ O & \lambda & O \\ O & O & \lambda_3 \end{bmatrix} \qquad (29)$$

iar în cazul celor trei valori principale egale, $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \lambda$, matricea de foraj devine *scalară* :

$$\begin{bmatrix} \lambda & O & O \\ O & \lambda & O \\ O & O & \lambda \end{bmatrix} = \lambda\,[\delta_{ij}] \qquad (30)$$

Rezultatele obținute se pot rezuma astfel. Acțiunea tensorului de foraj simetric asupra vectorului forței active aplicate pe sapă după direcțiile principale ale tensorului constă în dilatarea (contracția) proporțională a modulului forței, cu coeficienții de proporționalitate egali cu valorile principale ale tensorului, vectorul vitezei astfel rezultat avînd aceeași direcție cu direcția principală corespunzătoare a tensorului de foraj. În sistemul de coordonate format de direcțiile principale ale tensorului, legea fizică fundamentală a forajului se exprimă deosebit de simplu (27), iar matricea de foraj capătă forma diagonală (28), astfel că în acest sistem de coordonate tensorul de foraj este complet determinat numai prin trei mărimi — cele trei componente principale ale sale, egale cu valorile lui principale.

Tensorul de foraj simetric are o interpretare geometrică foarte elegantă, valabilă de altfel pentru orice tensor simetric de rangul doi. Se ajunge la această interpretare în modul cel mai simplu, dacă se consideră în spațiul vectorilor $\bar{F}$ sfera cu rază F, a cărei ecuație, în sistemul de coordonate format de direcțiile principale ale tensorului de foraj este :

$$(F_1)^2 + (F_2)^2 + (F_3)^2 = F^2 \qquad (31)$$

Aplicînd asupra vectorilor $\bar{F}$ tensorul de foraj O se trece în spațiul vectorilor v, după legea (28). Exprimînd atunci în ecuația sferei pe F_i prin v_i se va obține :

$$\left(\frac{v_1}{\lambda_1}\right)^2 + \left(\frac{v_2}{\lambda_2}\right)^2 + \left(\frac{v_3}{\lambda_3}\right)^2 = F^2 \qquad (32)$$

Dar aceasta este ecuația unui elipsoid triaxial în v_i, care are ca semiaxe principale :

$$\begin{aligned} a &= F\,\lambda_1 \\ b &= F\,\lambda_2 \\ c &= F\,\lambda_3 \end{aligned} \qquad (33)$$

Prin urmare, sfera din spațiul vectorilor $\bar{F}$ se deformează într-un elipsoid la trecerea, prin intermediul tensorului de foraj simetric, în spațiul vectorilor v. Acest elipsoid poate servi drept o *imagine geometrică* a tensorului de foraj și simetric și de aceea poate fi numit *elipsoid de foraj*. Axele principale ale elipsoidului de foraj coincid cu direcțiile principale ale tensorului de foraj, iar semiaxele principale ale elipsoidului de foraj sînt egale chiar cu valorile principale corespunzătoare tensorului de foraj, cu aproximația unui factor constant. Evident, cazului a două valori principale ale tensorului de foraj egale îi corespunde un elipsoid de foraj de revoluție, iar cazului celor trei valori principale ale tensorului de foraj egale — o sferă (de foraj).

Din interpretarea geometrică a tensorului de foraj simetric, rezultă imediat că valorile principale ale acestuia posedă proprietăți de minimax, adică ele reprezintă valorile extreme ale componentelor tensorului de foraj.

Interpretarea geometrică a tensorului de foraj simetric permite să se facă o verificare experimentală a teoriei. Într-adevăr, dacă se conduce o experiență de foraj, astfel încît să se elimine influența penetrabilității sapei, obligînd, de exemplu, sapa să înainteze mereu cu

axa sa paralel cu direcţia vitezei, şi se execută forajul într-o rocă după direcţii diferite, se va obţine pentru fiecare direcţie o anumită valoare a vitezei. Dacă tensorul de foraj, a cărui structură într-o astfel de experienţă este determinată substanţial de proprietăţile rocii şi din care cauză va fi denumit în acest caz *tensor de forabilitate a rocii*, este un tensor simetric, atunci valorile vitezei după diferitele direcţii într-un plan din spaţiul rocii vor forma în general o elipsă — *elipsă de forabilitate*, care va fi o elipsă de forabilitate principală, dacă planul examinat este şi el un plan principal, conform celor expuse anterior. A. G. Kalinin prezintă în cartea sa [2], următoarele date obţinute în experienţe de genul celor descrise mai sus (tabela 1).

TABELA 1

Caz nr.	Denumirea rocii	Tipul instrumentului de dislocare	Viteză mecanică de foraj (m/h) după direcţii diferite ale orientării axei sapei faţă de planul de stratificaţie a rocii		
			90°	45°	0°
1	Cuarţit	Coroană cu alice	1,25	0,91	0,75
2	Cuarţit	Coroană cu diamante	8,62	5,90	5,00
3	Şisturi cuarţitice cărbunoase şi argiloase	Coroană cu alice	1,86	1,40	1,18
4	Şisturi cuarţitice cărbunoase şi argiloase	Coroană cu diamante	11,10	7,35	6,35

TABELA 2

Caz. nr.	Semiaxa mare v_{90° m/h	Semiaxa mică v_{0° m/h	Viteza v_{45° calculată cu relaţia (36), m/h	Viteza v_{45° obţinută experimental (din coloana 5, tabela 1), m/h	Eroarea relativă $\frac{v_{45^\circ\,teor.} - v_{45^\circ exp.}}{v_{45^\circ\,teor.}} \times 100$ % (6) = {[(4) − (5)] : (4)]} × 100
1	1,25	0,75	0,91	0,91	0
2	8,62	5,00	6,12	5,90	3,60
3	1,86	1,18	1,41	1,40	0,71
4	11,10	6,35	7,80	7,35	5,77

Dacă teoria expusă este justă, atunci :

$$\left(\frac{v_1}{v_{90^\circ}}\right)^2 + \left(\frac{v_{11}}{v_{0^\circ}}\right)^2 = 1 \qquad (34)$$

$$v_\alpha = \frac{v_{90^\circ} \cdot v_{0^\circ}}{\sqrt{v_{0^\circ}^2 \cos^2\alpha + v_{90^\circ}^2 \sin^2\alpha}} \qquad (35)$$

unde :

v_{90° este viteza de foraj în direcţia perpendiculară pe planul de stratificaţie a rocii (semiaxa mare a elipsei de forabilitate) ;

v_{0° viteza de foraj în direcţia paralelă cu stratificaţia (semiaxa mică a elipsei de forabilitate) ;

$v_\perp$ — componentă perpendiculară pe stratificaţie a vitezei de foraj după o direcţie care face unghiul α cu normala la planul de stratificaţie ;

v_{II} — componenta paralelă cu stratificaţia vitezei de foraj după direcţia situată la unghiul α faţă de normală la planul de stratificaţie ;

v_α — viteza de foraj după direcţia α (fig. 2).

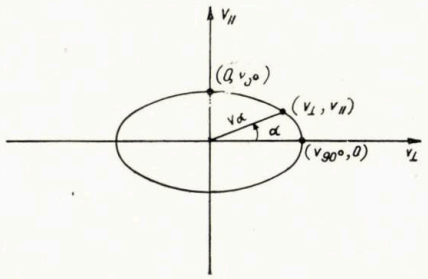


Fig. 2.

Calculînd acum cu relaţia (35) viteza de foraj pentru $\alpha = 45^\circ$ se obţin datele din coloana 4 a tabelei 2. Comparînd aceste valori teoretice cu valorile corespunzătoare din coloana 5 a tabelei 1, obţinute experimental, se observă o concordanţă bună între rezultatele experimentale şi prevederea teoriei, eroarea relativă nedepăşind 5—6 %, adică în limitele preciziei experimentelor cu roci.

Din interpretarea acestor rezultate se poate trage concluzia că tensorul forabilităţii rocii este un tensor simetric şi că teoria înaintării sapei prezentată aici este verificată, în principiu, de experienţă.

Apare evidentă totuşi utilitatea organizării şi a altor experienţe speciale pentru verificarea suplimentară a teoriei.

În concluzie, se subliniază importanţa euristică principală în dezvoltarea teoriei, a ecuaţiei forajului (3), care exprimă legea fizică fundamentală a procesului de foraj. Atragerea atenţiei asupra acestui fapt primordial a fost scopul principal al acestei lucrări. Într-o lucrare următoare se vor dezvolta alte aspecte importante ale teoriei înaintării sapei, ale devierii sondelor şi ale dirijării forajului enunţate aici.

BIBLIOGRAFIE

1. Dragoev, D. În: Petrol şi gaze, **23**, nr. 7, 1972, p. 400.

2. Kalinin, A. G. Iskrivlenie burovih skvajin, GNTIN-GTL, Moscova, 1963.

Variante de exploatare a zăcămintelor de gaze

N. Puşcoiu

1. Particularităţile exploatării zăcămintelor de gaze

Exploatarea zăcămintelor de gaze se deosebeşte de cea a zăcămintelor de ţiţei datorită proprietăţilor fizice ale gazelor, care sînt diferite de cele ale ţiţeiului, şi anume: viscozitatea şi densitatea mică, iar compresibilitatea foarte mare. Întrucît în etapa actuală nu toate zonele sînt pregătite şi au condiţii de a construi stocări de gaze, activitatea de extracţie a gazelor trebuie să asigure necesarul de consum în toate zonele ţării.

Legat de acest fapt, proiectarea exploatării zăcămintelor de gaze se deosebeşte foarte mult de cea a ţiţeiului. În primul caz se ia de bază necesarul de gaze pentru consum, în funcţie de care se stabileşte cantitatea ce trebuie să se extragă zilnic din fiecare zăcămînt. Ţinînd seama de conductele şi de obiectivele industriale existente, precum şi de cele care urmează a se construi, se poate determina dinamica de extracţie a gazelor din zăcămîntul considerat.

Particularitatea exploatării unui zăcămînt de gaze constă deci, în continua legătură a sistemului strat-sondă-conductă-consumator.

În calculele gazodinamice este necesar să se ţină seama de proprietăţile fizice specifice ale gazelor. Mişcarea lichidelor şi a gazelor prin strat se supune uneia şi aceleiaşi legi de filtraţie, însă datorită viscozităţii reduse gazul are o posibilitate de mişcare prin strat mult mai mare decît a ţiţeiului. Din acest motiv factorul final de recuperare a gazelor din strat poate ajunge la valori apropiate de 100%. Dacă stratul nu este fragmentat, atunci, practic, întreaga cantitate de gaz poate fi extrasă printr-o singură sondă. Pentru a realiza însă cantitatea de gaze ce trebuie să se extragă din zăcămînt, asigurînd în acelaşi timp condiţiile necesare pentru transportul gazelor pînă la consumator, zăcămîntul se exploatează nu printr-o singură sondă, ci prin mai multe.

Exploatarea raţională a zăcămîntului constă în a extrage cantitatea de gaze planificată în condiţii tehnico-economice corespunzătoare şi cu un consum minim de energie de strat. Prin sistem de exploatare se înţeleg numărul şi distribuţia sondelor pe suprafaţa zăcămîntului, regimul de exploatare a fiecărei sonde în parte şi a zăcămîntului în ansamblu şi gradul de folosire a energiei de zăcămînt.

Întrucît planul de extracţie trebuie să fie corelat cu planul de consum, pentru stabilirea sistemului de explotare este foarte important să se ia în considerare faptul dacă gazul va fi dirijat la întrebuinţări locale sau la prelucrare sau în conductele magistrale pentru transport la mare distanţă. Exactitatea planificării consumului de gaze influenţează foarte mult corecta stabilire a sistemului de exploatare. Procesul de exploatare a unui zăcămînt mare de gaze, cu presiune iniţială mare, se poate împărţi în două etape. În prima perioadă, cînd presiunea de strat este mai mare decît presiunea necesară la intrarea în conducta magistrală, gazul trebuie transportat la mare distanţă pe seama energiei de strat. În acest caz, presiunea la talpa sondelor se va deosebi de presiunea de la intrarea în conducta de gaze cu valoarea pierderilor de presiune din sonde şi din reţeaua de colectare de la suprafaţă. În a doua perioadă, cînd presiunea de strat este mai mică decît presiunea necesară la intrarea în conducta magistrală, este necesar să se folosească compresoare de pornire, care vor fi utilizate pînă la sfîrşitul exploatării zăcămîntului. În decursul unei perioade mai îndelungate de exploatare se poate menţine extracţia gazelor constantă sau în creştere, în funcţie de perspectiva de dezvoltare a consumului. În acest caz odată cu scăderea rezervelor de gaze din strat presiunea va scădea şi menţinerea extracţiei la un nivel dat se poate face numai pe seama introducerii în exploatare a noi sonde.

Către sfîrşitul exploatării, menţinerea producţiei la un anumit nivel constant este posibilă numai prin introducerea în producţie a unui număr foarte mare de sonde, fapt ce poate duce la o exploatare nerentabilă. Păstrarea în producţie a numărului iniţial de sonde, fără deci să se mai adauge sonde noi, atrage după sine scăderea debitului. Zăcămîntul trece într-un regim de epuizare, care poate continua pînă cînd presiunea de strat se apropie de valoarea presiunii necesare pentru învingerea greutăţii coloanei de gaze din sonde.

Exploatarea industrială a unui zăcămînt epuizat încetează şi gazul se poate exploata numai pentru întrebuinţări locale. Ca urmare a faptului că numărul de sonde de gaze, în diferite perioade de exploatare, trebuie să fie diferit, dar suficient pentru a asigura cantitatea necesară de gaze, trebuie să se calculeze debitul economic ce se poate obţinte cu un număr minim de sonde. Dacă numărul de sonde de

cercetare depășește numărul minim necesar exploatării zăcămîntului, atunci anumite sonde pot fi închise sau pot fi retrase la alte orizonturi gazeifere.

Pentru a obține debitul maxim cu pierderi minime de presiune în strat, în zona din imediata apropiere a găurii de sondă și în sondă este necesar să se ia următoarele măsuri: curățirea zonei din jurul găurii de sondă de noroiul de foraj, de ciment și de apa filtrată din noroiul de foraj, stimularea afluxului prin acidizări, fisurări, torpilări, implozii etc.

De asemenea trebuie să se aibă în vedere deschiderea cît mai perfectă după grad și după mod a stratului respectiv și dimensionarea corespunzătoare a țevilor de extracție și a coloanei de exploatare. Cu cît vor fi mai mici pierderile de presiune din strat și din zona din imediata apropiere a găurii de sondă, cu atît va fi mai mare debitul sondei pentru aceeași cădere de presiune.

Energia de strat a gazelor comprimate trebuie să fie folosită rațional. Construcția sondei, alegerea diametrului țevilor de extracție (dacă acestea sînt necesare) și curățirea zonei din jurul sondei trebuie să se asigure cu minimum de pierdere de energie.

Proiectarea exploatării unui zăcămînt de gaze, ca și a unuia de țiței, trebuie să aibă la bază un studiu geologic al zăcămîntului, calcule hidrodinamice de zăcămînt și analize tehnologice și economice.

2. Stabilirea regimului de exploatare a unui zăcămînt de gaze

Exploatarea unui zăcămînt de gaze poate avea loc în regim gazos, în regim de împingere de apă sau în regim mixt.

În regimul gazos singura forță care condiționează afluxul gazelor către sonde este presiunea gazelor din zăcămînt.

În cazul regimurilor cu apă activă, apa marginală sau apa din culcușul stratului pătrunde în orizontul cu gaze și realizează împingerea gazelor către talpa sondei.

În regimul combinat, exploatarea se realizează atît pe seama presiunii de împingere a apei, cît și a presiunii proprii a gazelor.

Existența apei marginale sau de talpă nu poate determina totuși regimul zăcămîntului de gaze. Între zona de gaze și cea de apă pot exista intercalații de strat impermeabile. Chiar în cazul unei ape de strat active, zăcămintele de gaze se exploatează adesea în principal pe seama energiei gazelor. Aceasta este posibil la ritmuri înalte de extracție și la permeabilități reduse pentru apă.

Stabilirea regimului de exploatare a zăcămintelor se poate face fie folosind datele de producție ale sondelor, fie pe baza calculelor hidrodinamice de prevedere.

Dacă mișcarea se realizează numai datorită presiunii gazelor, atunci, în decursul timpului, aceasta va scădea în mod liniar, volumul spațiului poros plin cu gaze rămînînd neschimbat.

Se fac următoarele notații:

ω — este volumul spațiului poros al zăcămîntului de gaze;
p_i — presiunea inițială a stratului;
$\overline{p}_1$ — presiunea medie de strat în momentul în care s-a extras din strat cantitatea de gaze Q_1;
$\overline{p}_2$ — presiunea medie de strat în momentul în care cantitatea de gaze extrasă este Q_2;
p_{at} — presiunea atmosferică;
z_i, z_1, z_2 — coeficienții de compresibilitate pentru presiunile: p_i, $\overline{p}_1$, $\overline{p}_2$ și temperatura de strat.

Conform ecuației de bilanț material, cantitatea de gaz Q_1 extrasă din strat se poate determina cu următoarea relație:

$$Q_1 = \omega \frac{p_i}{p_{at} \cdot z_i} - \omega \frac{\overline{p}_1}{p_{at} \cdot z_1} = \frac{\omega}{p_{at}} \left(\frac{p_i}{z_i} - \frac{\overline{p}_1}{z_1} \right) \quad (1)$$

În mod analog se poate exprima Q_2:

$$Q_2 = \frac{\omega}{p_{at}} \left(\frac{p_i}{z_i} - \frac{\overline{p}_2}{z_2} \right) \quad (2)$$

Dacă în strat se observă un regim gazos curat, atunci volumul spațiului poros, umplut cu gaze, trebuie să rămînă neschimbat, deci:

$$\omega = \frac{Q_1 \cdot p_{at}}{\frac{p_i}{z_i} - \frac{\overline{p}_1}{z_1}} = \frac{Q_2 \cdot p_{at}}{\frac{p_i}{z_i} - \frac{\overline{p}_2}{z_2}} \quad (3)$$

Dacă zăcămîntul de gaze are apă de contur activă, atunci în loc de ecuația (3) se poate scrie inecuația:

$$\frac{Q_1 \cdot p_{at}}{\frac{p_i}{z_i} - \frac{\overline{p}_1}{z_1}} < \frac{Q_2 \cdot p_{at}}{\frac{p_i}{z_i} - \frac{\overline{p}_2}{z_2}}, \quad (4)$$

ceea ce se traduce printr-o încetinire a scăderii presiunii de strat ca urmare a influenței apei marginale.

Dacă din calcule rezultă că, contactul gaze — apă după o perioadă îndelungată de exploatare s-a deplasat foarte puțin, atunci regimul de zăcămînt pentru condițiile de exploatare date, poate fi considerat practic gazos. Dacă în decursul exploatării s-a realizat o deplasare mare a contactului apă-gaze, atunci poate exista un regim combinat (de apă activă și gazos).

Calculele de perspectivă privind deplasarea contactului apă — gaze sînt foarte aproximative și din acest motiv în procesul de exploatare este necesar să se verifice rezultatele teoretice cu cele practice privind regimul de lucru al zăcămîntului.

3. Distribuția sondelor de gaze pe suprafața zăcămîntului

La o distribuire uniformă a sondelor de gaze, suprafața de drenaj care revine unei sonde poate avea diferite forme. Prin suprafață de drenaj se înțelege aria din care curge gaz către o anumită sondă. Limita suprafeței de drenaj este linia neutră pe care gradientul de presiune după normală este egal cu 0. La o rețea de sonde de formă geometrică regulată, în condițiile unei permeabilități uniforme și la un același debit de gaze, suprafața care revine fiecărei sonde va avea de asemenea o formă geometrică regulată. În cazul unei distribuții de sonde neuniforme, suprafețele de drenaj ale sondelor vor fi de dimensiuni diferite (fig. 1). Aceasta depinde de regimul de lucru al sondelor vecine și în procesul de exploatare suprafețele de drenaj se pot schimba în funcție de variația debitelor pe sonde, de instalațiile tehnologice și de intrarea în producție a unor eventuale noi sonde.

Orice formă ar avea suprafața reală de drenaj, în calculele hidrodinamice se poate asimila cu o suprafață circulară, fapt ce simplifică foarte mult calculele de determinare a variației în timp a debitelor și a presiunii sondelor.

Pe baza acestui considerent, relația dintre debit și căderea de presiune poate fi determinată cu ajutorul formulei următoare :

$$q = \frac{\pi \cdot k \cdot h \,(p_c^2 - p_s^2)}{\mu_g \cdot p_{at} \cdot \ln \dfrac{r_c}{r_s}} = A\,(p_c^2 - p_s^2), \qquad (5)$$

în care :

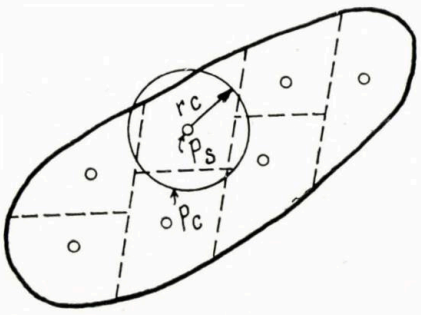


Fig. 1. Împărțirea zăcămîntului în zone de drenaj.

q reprezintă debitul unei sonde la presiunea atmosferică și temperatura de strat, cm ^{3}/s (sau m^3/s);

p_c — presiunea statică de talpă a sondei, corespunzătoare presiunii la conturul zonei de drenaj, bar (sau N/m ^{2});

p_s — presiunea dinamică de talpă a sondei, bar (sau N/m^2);

p_{at} — presiunea atmosferică, bar (sau N/m ^{2});

k — permeabilitatea stratului, Darcy (D) (sau m^2);

h — grosimea stratului, cm (sau m);

μ_g — viscozitatea gazului, cP $\left(\text{sau}\,\dfrac{\text{N/s}}{\text{m}^2}\right)$;

r_c — raza conturului zonei de drenaj a sondei respective, cm (sau m);

r_s — raza sondei, cm (sau m);

$$A = \frac{\pi \cdot k \cdot h}{\mu_g \cdot p_{at} \cdot \ln \dfrac{r_c}{r_s}}$$

Se poate observa că formula (5) este corectă în cazul cînd filtrația gazelor prin strat are loc conform legii lui Darcy.

Presiunea p într-un punct oarecare al stratului la distanța r de sondă, se poate determina cu ajutorul formulei următoare :

$$p = \sqrt{p_s^2 + \frac{p_c^2 - p_s^2}{\ln \dfrac{r_c}{r_s}} \cdot \ln \frac{r}{r_s}} \qquad (6)$$

Problema privind numărul necesar de sonde și distanțele dintre ele se rezolvă pe baza unei analize tehnico-economice a rezultatelor unor cercetări hidrodinamice pentru diferite variante de producție. Punînd diferite condiții-limită se poate determina variația debitului și a presiunii cu timpul, stabilind în acest fel durata totală de exploatare a zăcămîntului.

Pentru determinarea caracteristicilor fizice ale zăcămîntului, este necesar să se foreze inițial sonde de cercetare, iar ulterior să se completeze rețeaua de sonde conform proiectului de exploatare.

4. Stabilirea debitului de extracție a gazelor

Determinarea parametrilor de bază ai procesului de filtrare a gazelor prin zăcămînt se face prin integrarea ecuației diferențiale de exploatare la epuizare a unui zăcămînt de gaze în condiții inițiale și limită diferită.

Sensul fizic al acestei ecuații este dat de cantitatea de gaze extrasă într-un anumit interval de timp dt, care este egală cu reducerea rezervei de gaze din strat cu cantitatea $\omega \dfrac{\mathrm{d}\overline{p}}{\mathrm{d}t}$, adică :

$$q\,\mathrm{d}t = -\,\omega \frac{\mathrm{d}\overline{p}}{p_{at}}, \qquad (7)$$

în care :

ω este volumul spațiului poros plin cu gaze, aferent sondei respective ;

q — debitul sondei în timpul dt ;

$d\bar{p}$ — scăderea presiunii medii de strat în timpul, dt.

Întrucît presiunea medie este foarte aproape de presiunea la conturul zonei de drenaj p_c ecuația diferențială de exploatare la epuizare a unui zăcămînt de gaze poate fi scrisă pentru o sondă, astfel :

$$q = -\frac{\omega}{p_{at}} \cdot \frac{dp_c}{dt}, \qquad (8)$$

Se poate considera că la începutul exploatării valoarea presiunii inițiale p_i este aceeași în întregul zăcămînt și poate fi determinată cu ajutorul primei sonde de cercetare. Acest lucru se poate exprima în felul următor :

$$t = 0, \quad p = p_i$$

Condițiile-limită vor reprezenta situația la conturul zonei de drenaj și, respectiv, la talpa sondei. Ca urmare a faptului că conturul zonei de drenaj este reprezentat de o linie neutră prin care nu are loc mișcare de gaze, atunci drept condiție la limita exterioară se va lua viteza de filtrație în acest punct, egală cu 0, deci :

$$La\ r = r_c, \frac{dp}{dr} = 0$$

Condițiile-limită la talpa sondei pot fi diferite și depind de condițiile de extracție a gazelor prin sondă.

Extracția gazelor în condițiile menținerii constante a presiunii de talpă în sonde (p_s=const.)

În exploatarea zăcămintelor de gaze, gazele din sondă trec uneori direct în conductă, în care se cere să se mențină o presiune constantă. În acest caz, presiunea de talpă trebuie să se mențină mai mare decît valoarea presiunii de la intrarea în conducta magistrală, plus pierderile de presiune din sondă. Se poate considera că exploatarea trebuie să se facă la o presiune de talpă constantă (p_s = const.).

Presiunea de talpă constantă se păstrează și în stadiul următor de exploatare, cînd presiunea la talpa sondei se apropie de cea atmosferică ($p_s \simeq 1$ bar).

La o valoare dată, constantă, a presiunii de talpă (p_s = const.), debitul sondei și presiunea medie de strat vor scădea în timp. Pentru determinarea variației lor cu timpul, este necesar să se rezolve ecuația diferențială de exploatare la epuizare a zăcămîntului de gaze (8) :

$$q = -\frac{\omega}{p_{at}} \cdot \frac{dp_c}{dt},$$

în care :

q este debitul variabil în timp al unei sonde de gaze ;

ω — volumul mediului poros al zonei de drenaj, al sondei respective :

$$\omega = \pi r_c^2 h m ;$$

r_c — raza conturului zonei de drenaj ;

h — grosimea stratului ;

m — porozitatea stratului ;

p_c — presiunea variabilă în timp, la conturul zonei de drenaj.

Pentru fiecare moment se poate aplica relația debit-cădere de presiune (5) :

$$q = \frac{\pi \cdot k \cdot h \cdot (p_c^2 - p_s^2)}{\mu_g \cdot p_{at} \cdot \ln \frac{r_c}{r_s}} = A\,(p_c^2 - p_s^2)$$

Egalînd valorile debitului după formulele (8) și (5) se obține o ecuație diferențială cu două variabile, p_c și t.

Separînd variabilele și integrînd se obține :

$$\int_0^t dt = -\frac{\omega}{A p_{at}} \int_{p_i}^{p_c} \frac{dp_c}{p_c^2 - p_s^2} \qquad (9)$$

Condițiile-limită de integrare sînt :

a) în momentul inițial $t = 0$, presiunea în întregul strat și, în particular, la limita zonei de drenaj este egală cu presiunea inițială, $p_c = p_i$;

b) la momentul t presiunea la limita zonei de drenaj este egală cu p_c. Integrînd ecuația (9) se obține :

$$t = -\frac{\omega}{A \cdot p_{at}} \cdot \frac{1}{2p_s} \left(\ln \frac{p_s - p_c}{p_c + p_c} - \ln \frac{p_s - p_i}{p_s + p_i} \right)$$

sau :

$$t = \frac{\omega}{2A\, p_{at}\, p_s} \ln \frac{(p_i - p_s)(p_c + p_s)}{(p_i + p_s)(p_c - p_s)} \qquad (10)$$

Formula (10) permite să se determine după cît timp presiunea la limita zonei de drenaj va ajunge la valoarea p_c. Introducînd valoarea p_c în formula (5) se poate determina debitul sondei la un moment dat.

Presiunea medie în zăcămînt poate fi considerată, așa cum s-a spus anterior, aproximativ egală cu presiunea la contur.

Dacă trebuie să se determine durata totală de exploatare a sondei cu presiunea de talpă p_s = const., atunci aceasta se poate face tot cu ajutorul formulei (10), în care se ia $p_c = p_f$, în care p_f reprezintă presiunea la limită zonei de drenaj în momentul final al procesului de exploatare. Această presiune p_{final} trebuie să fie puțin mai mare decît p_c. Durata totală de exploatare va fi :

$$T = \frac{\omega}{2A\, p_{at}\, p_s} \ln \frac{(p_i - p_s)(p_f + p_s)}{(p_i + p_s)(p_f - p_s)} \quad (11)$$

Durata totală de exploatare T a zăcămîntului de gaze la p_s = const. este în funcție de numărul de sonde n existente în producție.

Dacă volumul spațiului poros al întregului zăcămînt se notează cu $\omega_z = \omega \cdot n$, atunci, cu ajutorul formulei (11) se poate determina relația dintre durata totală de exploatare și numărul de sonde :

$$T = \frac{\omega_z}{2A\, p_{at}\, p_s\, n} \ln \frac{(p_i - p_s)(p_f + p_s)}{(p_i + p_s)(p_f - p_s)} = \frac{E}{n} \quad (12)$$

în care :

$$E = \frac{\omega_z}{2A\, p_{at}\, p_s} \ln \frac{(p_i - p_s)(p_f + p_s)}{(p_i + p_s)(p_f - p_s)} \quad (13)$$

Din formula (12) se poate vedea că între durata de exploatare a zăcămîntului și numărul de sonde există o relație hiperbolică.

Calculele arată că pentru zăcăminte cu proprietăți bune de colectare, care se exploatează cu presiune de talpă mică în comparație cu presiunea inițială, se obțin debite inițiale foarte mari pe sonde, care practic nu pot fi realizate în condițiile instalațiilor tehnologice existente. În cazul unor diferențe mici între presiunea inițială și presiunea la talpa sondei, perioada de exploatare va fi foarte scurtă.

Extracția gazelor în condițiile menținerii unor viteze de filtrare constante

În caz că este necesar să se realizeze producția de gaze maximă posibilă, sistemul de exploatare cel mai rațional este acela de a extrage gazele în condițiile menținerii constante a vitezei de filtrare, v_{max} .

Constanța vitezei de filtrare rezultă ca urmare a menținerii gradientului de presiune constant în zona din imediata apropiere a găurii de sondă. Această viteză maximă se stabilește pe cale experimentală. Depășind viteza de filtrare v_{max} se pot produce complicații tehnice în exploatarea sondelor, ca urmare a viiturilor de nisip în sondă și a posibilităților de distrugere a coloanei de exploatare. În cazul exploatării sondei cu o viteză de filtrare în zona din jurul sondei, mai mică decît v_{max}, nu va fi folosită întreaga capacitate de producție a stratului. Debitul sondei de gaze, la presiunea atmosferică și temperatura de strat, în condițiile menținerii vitezei maxime de filtrare către talpa sondei, va fi :

$$q = 2\pi r_s h v_{max} \frac{p_s}{p_{at}} \quad (14)$$

Debitul sondei și presiunea de talpă se schimbă cu timpul, însă viteza de filtrare în zona din imediata apropiere a găurii de sondă se păstrează neschimbată.

Din formula (14) se poate vedea că debitul unei sonde perfecte din punctul de vedere al deschiderii stratului variază proporțional cu raza sondei.

În formula (14) intră un complex de coeficienți constanți : $C = 2\pi\, r\, s\, h \frac{v_{max}}{p_{at}}$, de unde :

$$q = C \cdot p_s \quad (15)$$

Dacă sonda este imperfectă după gradul sau modul de deschidere, atunci coeficientul C se determină pe cale experimentală, folosind ca bază datele inițiale ale sondei de cercetare :

$$C = q_i / p_{si}, \quad (16)$$

în care :

q_i este debitul maxim posibil al sondei, la care nu se produc complicații tehnice ;

p_{si} — presiunea de talpă a sondei corespunzătore debitului q_i.

Pentru determinarea variației în timp a debitului sondei, a presiunii de talpă și a presiunii la conturul zonei de drenaj, în condițiile menținerii vitezei de filtrație la valoarea v_{max}, este necesar să se rezolve următorul sistem de ecuații :

a) ecuația diferențială de exploatare la epuizare a zăcămîntului de gaze (8) ;

b) relația dintre debitul și scăderea presiunii în orice moment al exploatării (5) ;

c) relația dintre debit și presiunea de talpă în condițiile menținerii vitezei maxime de filtrare în zona din imediata apropiere a găurii de sondă (15).

Pentru stabilirea relației dintre presiunea de talpă și presiunea de contur este necesar să se rezolve sistemul de ecuații (5) și (15) :

$$C\, p_s = A\,(p_c^2 - p_s^2),$$

de unde :

$$p_s = -\frac{C}{2A} + \sqrt{\left(\frac{C}{2A}\right)^2 + p_c^2} =$$

$$= \frac{C}{2A}\left[\sqrt{1 + \left(\frac{2A}{C}\right)^2 p_c^2} - 1\right] \quad (17)$$

Se notează :

$$\frac{2A}{C} = a,$$

atunci :

$$p_s = \frac{1}{a}(\sqrt{1 + a^2 p_c^2} - 1) \qquad (18)$$

Egalînd expresia presiunii de talpă din ecuaţia (18) şi cea din ecuaţia (15), se obţine :

$$q = \frac{C}{a}(\sqrt{1 + a^2 p_c^2} - 1) \qquad (19)$$

Egalînd valoarea debitului sondei din ecuaţia (19) cu cea din ecuaţia (8) se obţine o ecuaţie diferenţială cu două variabile. După separarea variabilelor şi integrare se obţine variaţia în timp a presiunii de contur şi, deci, şi a presiunii medii de zăcămînt :

$$\int_0^t dt = -\frac{\omega a}{p_{at} C}\int_{p_i}^{p_c}\frac{dp_c}{\sqrt{1 + a^2 p_c^2} - 1} \qquad (20)$$

sau :

$$t = \frac{\omega}{C p_{at}}\left[2\left(\frac{1}{\sqrt{1 + a^2 p_c^2} + a p_c - 1} - \right.\right.$$

$$\left.\left. - \frac{1}{\sqrt{1 + a^2 p_i^2} + a p_i - 1}\right) + \ln\frac{a p_i + \sqrt{1 + a^2 p_i^2}}{a p_c + \sqrt{1 + a^2 p_c^2}}\right] \qquad (21)$$

La $a.p_c > 10$, formula (21) se poate simplifica rezultînd [2] :

$$t = \frac{\omega}{C p_{at}}\left[2\left(\frac{1}{2ap_c - 1} - \frac{1}{2ap_i - 1}\right) + \ln\frac{p_i}{p_c}\right] \qquad (22)$$

Stabilind în ce moment de la începerea exploatării presiunea la conturul zonei de drenaj ajunge la valoarea p_c, se pot determina presiunile de talpă ale sondelor cu ajutorul formulei (17) sau (18), iar debitul sondei — cu formula (5) sau (15).

Procesul de exploatare se termină atunci cînd presiunea la contur ajunge la valoarea p_f în condiţiile unui debit economic. Durata totală de exploatare T se poate determina cu ajutorul formulei (21) sau (22) luînd $p_c = p_f$.

Ca urmare a faptului că la exploatarea zăcămîntului de gaze cantitatea de gaze ce trebuie să se extragă zilnic este impusă, este important să se stabilească gabaritul sondelor noi şi ordinea de intrare în producţie. Întrucît în cele mai bune condiţii de exploatare, cu menţinerea vitezei de filtrare maxime admisibile în zona din imediata apropiere a găurii de sondă, debitul fiecărei sonde scade cu timpul, pentru menţinerea producţiei este necesar să se sape noi sonde.

Pentru a determina momentul de intrare în producţie a celei de a n-a sondă, care să asigure menţinerea producţiei pe zăcămînt la nivelul necesar, trebuie să se ţină seama de următoarele condiţii :

a) interferenţa minimă între sonde, la care numărul necesar de sonde să fie minim ;

b) interferenţa dintre sonde maximă, la care numărul necesar de sonde să fie maxim.

Rezolvarea concretă a problemei permite să se stabilească limitele de variaţie a numărului necesar de sonde în diferite momente ale exploatării.

a) *Interferenţa minimă.* Dacă sondele sînt distribuite în mod uniform pe suprafaţa zăcămîntului şi fiecăreia din ele îi revine o suprafaţă egală de drenaj, atunci interferenţa dintre ele va fi minimă (fig. 2, a).

Producţia zilnică extrasă din zăcămîntul respectiv Q este asigurată de n sonde, fiecare din ele producînd cu debitul q.

$$Q = n \cdot q \qquad (23)$$

Debitul unei sonde poate fi determinat cu formula (5) :

$$q = \frac{\pi k \cdot h}{\mu_g p_{at}} \cdot \frac{p_c^2 - p_s^2}{\ln\frac{r_c}{r_s}}$$

Notînd :

$$\frac{\pi \cdot k \cdot h}{\mu_g \cdot p_{at}} = A_1,$$

atunci :

$$q = A_1 \frac{p_c^2 - p_s^2}{\ln\frac{r_c}{r_s}}, \qquad (24)$$

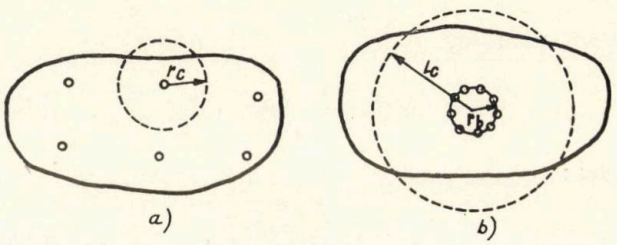


Fig. 2. Schema de distribuire a sondelor pe suprafaţa zăcămîntului :
a — distribuire uniformă ; *b* — distribuire în formă de baterie.

Volumul zonei de drenaj care revine fiecărei sonde va fi :

$$\omega = \frac{\omega_z}{n} = \pi r_c^2 h\, m, \qquad (25)$$

în care ω_z este volumul spațiului poros al întregului zăcămînt. Exprimînd raza conturului zonei de drenaj prin numărul de sonde, se obține următoarea expresie :

$$r_c = \sqrt{\frac{\omega_z}{\pi \cdot h \cdot m \cdot n}} = r_s \frac{b}{\sqrt{n}} \tag{26}$$

în care :

$$b = \frac{1}{r_s} \cdot \sqrt{\frac{\omega_z}{\pi h \cdot m}} \tag{27}$$

Prin substituirea razei de contur a zonei de drenaj din formula (26) se obține relația dintre debit și numărul de sonde n :

$$q = A_1 \frac{p_c^2 - p_s^2}{\ln \frac{b}{\sqrt{n}}} \tag{28}$$

Se va considera că prin introducerea în producție a fiecărei sonde noi, care să asigure producția de gaze cerute pe întregul zăcămînt, se poate presupune că toate sondele sînt astfel distribuite pe zăcămînt încît fiecăreia îi revine o aceeași suprafață de drenaj. Prin această condiție interferența dintre sonde va fi minimă și producția cerută va fi asigurată cu cel mai mic număr de sonde.

Integrînd ecuația diferențială de exploatare la epuizare a întregului zăcămînt (8), se obține :

$$\int_0^t q \cdot \mathrm{d}t = -\frac{\omega_z}{p_{at}} \int_{p_i}^{p_c} \mathrm{d}p_c$$

Integrala din partea stîngă a ecuației corespunde cantității de gaze extrase din zăcămînt în timpul t.

Întrucît extracția gazelor a avut loc la debit constant Q, atunci $\int_0^t q\mathrm{d}t = Q \cdot t$.

Prin urmare,

$$Q \cdot t = \frac{\omega_z}{p_{at}} (p_i - p_c) \tag{29}$$

sau :

$$p_c = p_i - \frac{Q \cdot t}{\omega_z} p_{at} \tag{30}$$

Dacă sondele lucrează cu viteză de filtrare constantă în zona din imediata apropiere a găurii de sondă, atunci între debitul sondei și presiunea de talpă există o relație constantă (15).

Întrucît în orice moment al exploatării trebuie să se asigure un debit constant din zăcămînt, atunci legătura dintre debitul sondei și numărul de sonde se exprimă conform ecuației (23). De aici se poate determina relația dintre presiunea de talpă și numărul de sonde :

$$p_s = \frac{q}{C} = \frac{Q}{C \cdot n} \tag{31}$$

Dacă se înlocuiește expresia debitului sondei din ecuația (23), a presiunii de talpă din ecuația (31) și a presiunii de contur din ecuația (30) în formula (28), se obține :

$$\frac{Q}{n} = A_1 \frac{\left(p_i - \frac{Q \cdot t}{\omega_z} p_{at}\right)^2 - \frac{Q^2}{C^2 n^2}}{\ln \frac{b}{\sqrt{n}}} \tag{32}$$

În formula (32), se iau ca variabile : timpul și numărul de sonde. Rezolvînd această ecuație în raport cu t, se obține :

$$t = \frac{\omega_z}{Q p_{at}} \left[p_i - \sqrt{\frac{Q}{n} \left(\frac{1}{A_1} \ln \frac{b}{n} + \frac{Q}{C^2 n} \right)} \right] \tag{33}$$

Cu ajutorul formulei (33) se poate determina cu ce număr de sonde n, în orice moment al exploatării t, se poate asigura producția zilnică pe zăcămînt Q. La deducerea acestei formule s-a făcut presupunerea că sondele sînt distribuite uniform pe suprafața zăcămîntului. În aceste condiții, numărul de sonde este minim, ca urmare a faptului că interferența dintre sonde este minimă.

b) *Interferența maximă.* Interferența maximă a sondelor se poate realiza prin concentrarea sondelor pe o porțiune mică de zăcămînt, al cărui volum de spațiu poros este ω_z. Pentru simplificarea calculelor se va presupune că sondele sînt distribuite în centrul zăcămîntului, într-o rețea, în formă de baterie circulară, pe o suprafață de rază r_b (fig. 2, b)

Debitul fiecăreia din sondele acestei baterii circulare, în orice moment al exploatării, poate fi determinat cu ajutorul formulei :

$$q = A_1 \frac{p_c^2 - p_s^2}{\ln \frac{L_c^n}{n \cdot r_s \cdot r_b^{n-1}}} \tag{34}$$

în care L_c este raza cercului de mărime egală cu suprafața întregului zăcămînt.

Se va considera că fiecare sondă nouă introdusă în producție pentru asigurarea debitului de extracție Q este situată în aceeași baterie circulară de rază r_b. Prin această îngrămădire de sonde interferența va crește, influențînd negativ asupra debitului fiecărei sonde în parte.

Relaţiile dintre debitul sondei, presiunea de talpă şi timp rămîn aceleaşi ca în ecuaţiile (23), (30) şi (31). Introducînd aceste expresii în formula (34), se poate determina momentul t, cînd pentru asigurarea debitului de extracţie Q este necesar să se introducă în producţie o nouă sondă, şi anume sonda $(n + 1)$, astfel :

$$t = \frac{\omega_z}{Qp_{at}}\left[p_i - \sqrt{\frac{Q}{n}\left(\frac{1}{A_1}\ln\frac{L_c^n}{nr_s r_b^{n-1}} + \frac{Q}{C^2 n}\right)}\right] \quad (35)$$

Formulele (33) şi (35) permit să se stabilească relaţia dintre timp şi numărul necesar de sonde pentru două condiţii extreme — interferenţa minimă şi maximă, pentru care debitul sumă Q se va obţine dintr-un număr minim şi, respectiv, maxim de sonde.

Neconcordanţa privind timpul de introducere în producţie a celei de a n-a sondă, obţinut prin diferite metode de calcul şi repartizarea acestor sonde pe zăcămînt, se poate vedea în exemplul următor (tabela 1).

Tabela 1

Exemplu de calculul

Nr. sondelor n	Timpul t de la care se va introduce în producţie cea de a n-a sondă, ani	
	distribuire uniformă	distribuire în formă de baterie
8	1,99	1,68
10	7,04	6,70
15	13,78	13,26
20	17,15	16,45
30	20,52	19,49
50	23,00	21,65
100	25,24	22,08
150	25,92	23,15

În tabelă sînt date numărul de sonde n şi timpul de exploatare a zăcămîntului după care se introduce în producţie cea de a n-a sondă, pentru o distribuire uniformă a sondelor pe zăcămînt şi o distribuire în formă de baterie. Caracteristicile de zăcămînt şi de exploatare sînt următoarele : debitul planificat $Q = 2$ mil. m ^{3}/zi ; suprafaţa zăcămîntului $F = 100$ km^2 ; grosimea stratului $h = 10$ m ; porozitatea stratului $m = 20\%$: volumul spaţiului poros al zăcămîntului $\omega_z = F.h.m. = 2.10^8$m^3 ; presiunea iniţială de strat $p_i = 100$ bar ; rezervele iniţiale de gaze $\omega_z \frac{p_i}{p_{at}} = 2.10^{10}$ m^3 ; permeabilitatea stratului $k = 1.10^{-12}$ m^2 ; viscozitatea gazelor $\mu_g = 1{,}12.10^{-5}\frac{\text{N.s}}{\text{m}^2} = 11{,}2.10^{-6}\frac{\text{N.s}}{\text{m}^2}$; coeficientul de proporţionalitate dintre debitul sondei şi presiunea de talpă, $C = 0{,}0314$ m^3/s. bar ; raza sondei $r_s = 0{,}1$ m : raza bateriei de sonde, $r_b = 500$ m.

Datele din tabelă sînt prezentate şi în diagrama din figura 3. Şi din diagramă şi din tabelă se poate vedea că neconcordanţa în ceea ce priveşte timpul de exploatare după care trebuie introdusă în producţie a n-a sondă, atît pentru sistemul de distribuire uniformă a sondelor, cît şi pentru cel în baterie, creşte cu timpul, (curbele *1* şi *2* din fig. 3). Diferitele

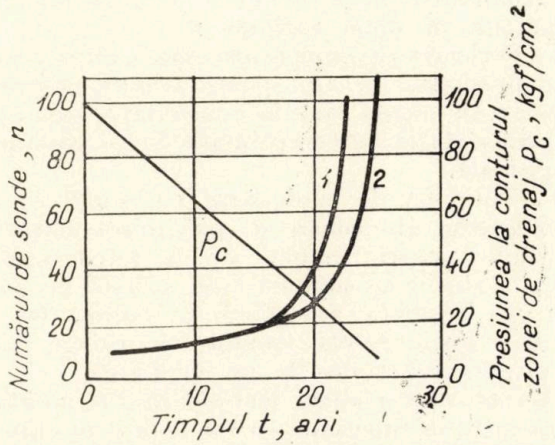


Fig. 3. Variaţia cu timpul t a numărului necesar de sonde n, pentru a menţine producţia zilnică de gaze constantă : *1* — distribuire uniformă a sondelor ; 2 — distribuire în formă de baterie.

variante de exploatare a zăcămîntului se vor situa între aceste limite de minimă şi maximă interferenţă dintre sonde.

Trebuie menţionat faptul că pe măsură ce filtrarea gazelor prin zăcămînt se îndepărtează de legea liniară de curgere, neconcordanţa, în ceea ce priveşte numărul necesar de sonde în sistemul de distribuire uniformă şi cel în baterie este în creştere.

Formulele de calcul prezentate în paragraful 4 au fost stabilite pe baza presupunerii că filtrarea gazelor prin strat are loc după o lege liniară. Dacă în zona din imediata apropiere a găurii de sondă, din cauza debitelor mari de gaze sau a unei mari imperfecţiuni de deschidere a sondelor, filtrarea nu se mai produce după o lege liniară, atunci relaţia dintre debit şi căderea de presiune va avea următorul aspect :

$$p_c^2 - p_s^2 = Aq + Bq^2, \quad (36)$$

în care A şi B sînt coeficienţi care se determină experimental cu ajutorul sondelor de cercetare.

Din studiile efectuate [2] s-a văzut că coeficienţii A şi B variază foarte puţin în procesul de exploatare. Uneori valorile acestor coeficienţi pot să scadă în timp, fapt ce se explică prin creşterea permeabilităţii stratului, din cauza curăţirii, în timpul exploatării, a zonei din imediata apropiere a găurii de sondă. Reducerea valorilor coeficienţilor A şi B permite să se obţină debite mai mari, în comparaţie cu cele calculate.

Problema filtraţiei nestaţionare a gazelor poate fi rezolvată prin metoda stărilor staţionare

succesive [3, 4, 5]. Soluțiile analitice, în acest caz, se complică și pot fi rezolvate numai cu ajutorul mașinilor electronice de calcul.

5. Perioadele de exploatare a zăcămintelor de gaze, fără compresoare și cu compresoare

Exploatarea unui zăcămînt de gaze poate fi împărțită în două perioade :

a. Perioada de exploatare fără compresoare, cînd presiunea de strat poate asigura mișcarea gazelor din sondă pînă la consumator sau pînă la prima stație de comprimare de pe conducta magistrală.

b. Perioada de exploatare cu compresoare, cînd gazele din sondă se pot mișca datorită presiunii proprii, numai de la talpa sondei pînă la stația de compresoare, situată în acest caz în imediata apropiere a sondei. De la această stație gazele trebuie să ajungă pînă la următoarea stație de pe conductă.

Aceste compresoare trebuie să fie montate și să intre în funcțiuni, în momentul în care se termină prima etapă de exploatare a sondei.

La elaborarea proiectului de exploatare a zăcămîntului, în afară de parametrii fizico-geologici ai zăcămîntului și de debitul de gaze, trebuie să se stabilească și presiunile minime necesare pentru cele două perioade de producție : $p_{s\,minim}$, fără compresoare ($p_{s.min.f}$) și $p_{s\,minim}$, cu compresoare ($p_{s.min.c}$).

Aceste presiuni de talpă minime trebuie să asigure producția proiectată, atît la sfîrșitul primei perioade, cît și la sfîrșitul celei de-a doua perioade. Este ușor de înțeles că $p_{s.min.f} > p_{s.min.c}$

Pentru asigurarea debitului zilnic proiectat Q, de la începutul exploatării zăcămîntului trebuie să se introducă în producție un număr de sonde n_i :

$$n_i = \frac{Q}{q_i}, \tag{37}$$

în care q_i este debitul inițial admisibil pentru o sondă productivă.

Mai departe calculul exploatării la epuizare a unui zăcămînt se face în următoarea ordine :

De la începutul exploatării pînă la momentul cînd presiunea de talpă în sonde ajunge la valoarea $p_{s.min.f}$, debitul sumă pe zăcămînt, este mai bine să se obțină menținînd viteza de filtrare constantă în zona din apropierea găurii de sondă, fapt ce permite ca fiecare sondă să funcționeze la capacitatea maximă (15).

Numărul de sonde care asigură, în diferite momente ale exploatării t, debitul sumă dat Q, va fi diferit. El poate fi determinat cu ajutorul formulei (33) sau (35). Pentru același moment al exploatării, presiunea la conturul zonei de drenaj poate fi determinată cu formula (30). Această variație a presiunii este apropiată de variația presiunii medii pe strat. Variația presiunii de talpă se poate calcula cu relația (18), iar variația debitului fiecărei sonde — cu ecuația (15) sau (28).

Cînd presiunea de talpă a ajuns la valoarea $p_{s.min.f}$ este necesar ca pentru continuarea exploatării, respectînd condiția $q = C \cdot p_s$, să se introducă în funcțiune stația de compresoare.

Durata de exploatare fără compresoare a zăcămîntului poate fi determinată cu ajutorul formulei :

$$t_f = \frac{\omega_z}{Q \cdot p_{at}} (p_i - \overline{p}_f), \tag{38}$$

în care $\overline{p}_f$ este presiunea medie pe zăcămînt la sfîrșitul perioadei de exploatare fără compresoare.

Numărul de sonde care trebuie introduse în producție pentru menținerea debitului sumă dat Q, în condițiile ca la sfîrșitul perioadei de exploatare fără compresoare să se respecte relația $q = C \cdot p_s$, se poate determina cu ajutorul formulei :

$$n_f = \frac{Q}{C \cdot p_{s.min.f}} \tag{39}$$

Fără a se pune în funcțiune stația de compresoare, conform relației (39), presiunea de talpă $p_{s.min.f}$ poate fi menținută constantă.

Timpul de exploatare după care este necesar să se introducă în producție cea de a n-a sondă, în condițiile păstrării presiunii de talpă constantă, poate fi determinat cu ajutorul formulei :

$$t = \frac{\omega_z}{Q \cdot p_{at}} \left[\overline{p}_f - \sqrt{\frac{Q}{A_1 \cdot n} \ln \frac{b}{\sqrt{n}} + p_s^2} \right], \tag{40}$$

în care p_s este presiunea de talpă egală cu $p_{s.min.f}$.

Dacă se pune în funcțiune stația de compresoare, atunci noua perioadă de exploatare va dura pînă cînd presiunea de talpă din sonde va ajunge la valoarea $p_{s.min.c}$. Calculele hidrodinamice se pot face după schema din figura 4.

Durata perioadei de exploatare cu compresoare va fi :

$$t_c = \frac{\omega_z}{Q \cdot p_{at}} (\overline{p}_f - \overline{p}_c), \tag{41}$$

în care $\overline{p}_c$ este presiunea medie pe strat la sfîrșitul perioadei de exploatare cu compresoare.

Valorile presiunilor $\overline{p}_f$ și $\overline{p}_c$ pot fi determinate cu suficientă exactitate cu ajutorul formulei de variație a presiunii la conturul zonei de drenaj (30).

Numărul de sonde care să asigure debitul sumă Q, la sfîrşitul perioadei de exploatare cu compresoare, poate fi determinat cu ajutorul formulei :

$$n_c = \frac{Q}{C \cdot p_{s.min.c}} \qquad (42)$$

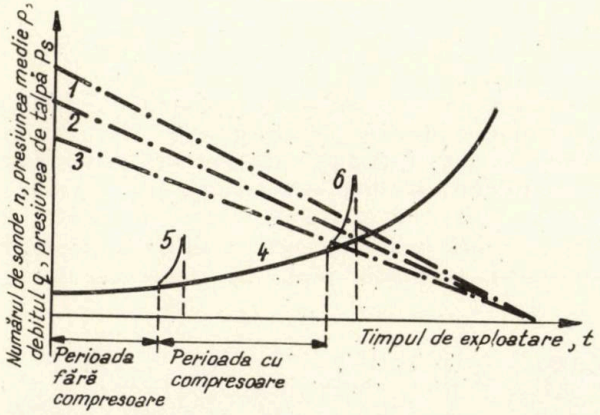


Fig. 4. Curbele de variaţie în timp a numărului necesar de sonde n a debitului lor q, a presiunii medii pe zăcămînt p şi a presiunii de talpă p_s:

$1 - p = p(t)$; $2 - p_s = p_s(t)$; $3 - q = q(t)$; $4 - n = n(t)$ la $q = C\,p_s$; $5 - n = n(t)$ la $p_{s.min.f} = \text{const.}$; $6 - n = n(t)$ la $p_{s.min.c.} = \text{const.}$

Exploatarea pe mai departe poate fi continuată prin menţinerea constantă a presiunii de talpă în sonde, la valoarea $p_{s.min.c}$, fapt ce este posibil prin creşterea corespunzătoare a numărului de sonde, conform formulei (42).

Cînd se ajunge la $\overline{p}_c$ şi respectiv la $p_{s.min.c}$, dacă creşterea în continuare a numărului de sonde nu se justifică economic, perioada a doua de exploatare poate fi oprită la acest stadiu.

Pentru extragerea unei cantităţi cît mai mari de gaze din zăcămînt, intrarea gazelor în staţia de compresoare de lîngă sondă se poate face sub vacuum.

După rezultatele calculelor se pot construi curbe de variaţie în timp a numărului necesar de sonde, a debitului sondelor, a presiunii medii pe strat şi a presiunii la talpa sondelor, punînd condiţia de menţinere a producţiei pe zăcămînt constantă. Un exemplu de astfel de curbe este prezentat în figura 4.

Alegerea sistemului de exploatare a unui zăcămînt de gaze trebuie să fie fundamentată din punct de vedere economic.

BIBLIOGRAFIE

1. Lapuc, B. B. şi Trebin, F. A. O sostoianii i zadaciah dalneişego razviti teoreticeschih osnov razrabotchi gazovih mestorojdenii. M.I.N.H. I.G.P. 1961.
2. Muraviev, I. M., Andriasov, R. S., Ghimatudinov, Ş. K., Govorova, G. A. şi Polozcov, V. T. Razrabotka i ekspluataţia neftianih i gazovih mestorojdenii, Nedra, Moskva, 1965, p. 397.
3. Puşcoiu, N. Exploatarea zăcămintelor de gaze. Ed. tehnică, Bucureşti, 1970, p. 85.
4. Katz, D. L., Cornell, D., Kobayashi, R., Poettmann, F. A., Vary, J. A., Elenbas, J. R. şi Weinaug, C, F. Handbook of Natura Gas Engineering. McGraw-Hill Book Company, Inc., New York Toronto, London, 1959.
5. Janicek, J. şi Katz, D. L. Applications of Unsteady State Gas Flow Calculations. În : Preprint, University of Michigan Publishing Services, Ann Arbor, **30**, 6, 1969, p. 78.

Studiul chimic al ţiţeiurilor din unele şantiere din Transilvania

Livia Orăşanu

În continuarea cercetărilor anterioare [1 — 15] privitoare la natura chimică a petrolurilor româneşti, în lucrarea de faţă se prezintă date privitoare la natura chimică a ţiţeiurilor din unele şantiere noi din Transilvania.

Studiul de faţă prezintă interes atît pentru faptul că petrolurile din zonă arătate sînt mai puţin cunoscute, cît şi pentru că se deosebesc ca compoziţie de ţiţeiurile din celelalte zone petrolifere româneşti şi chiar de petrolurile din unele şantiere din Transilvania [13]. Producţia acestor noi şantiere din Transilvania este în creştere şi interesează cunoaşterea lor pentru valorificarea în condiţii optime.

În textul lucrării ţiţeiurile sînt denumite cu simbolurile arătate în tabela 1, în care sînt trecute şi datele în legătură cu formaţiunea geologică.

TABELA 1

Originea şi denumirea probelor

Denumirea probelor	Formaţiunea geologică	Adîncimea sondei, m	Temperatura dreptul perforaturii, °C
M	miocen	1637—1648	—
C	miocen	2420—2402	138
SN	cretacic	3264—3258	176
B_1	miocen	2840—2710	143
B_2	miocen	2392—2314	—

1. Caracterul chimic general al ţiţeiurilor

Pentru stabilirea caracterului chimic general s-au determinat caracteristicile arătate în tabela 2.

TABELA 2

Caracteristicile fizico-chimice ale ţiţeiurilor

Caracteristice	M	C	SN	B_1	B_2
Densitate, ϱ_4^{20}	0,8394	0,8021	0,0892	0,8482	0,8459
Aciditatea, îngr. KOH/gr	0,31	0,043	0,077	0,25	0,24
Ceară faţă de ţiţei, %	14,3	6,3	28,8	11,34	10,72
Asfaltene faţă de ţiţei	0,75	0,2	0,05	1,70	0,59
Răşini faţă de ţiţei	13,6	5,6	3,3	11,50	10,56
Sulf faţă de ţiţei	0,200	0,200	0,16	0,28	0,278
distilat (iniţial-200°C)	21,0	39,0	30,0	26,0	24,0

Din aceste date rezultă că ţiţeiurile examinate au caractere generale comune; ele sînt ţiţeiuri uşoare, au densităţi mici, conţinuturi foarte mari de ceară chiar neobişnuite pentru proba SN care are 28,2 % ceară. Această valoare depăşeşte cu mult conţinuturile de ceară întîlnite la ţiţeiurile româneşti studiate pînă în prezent. Ele se

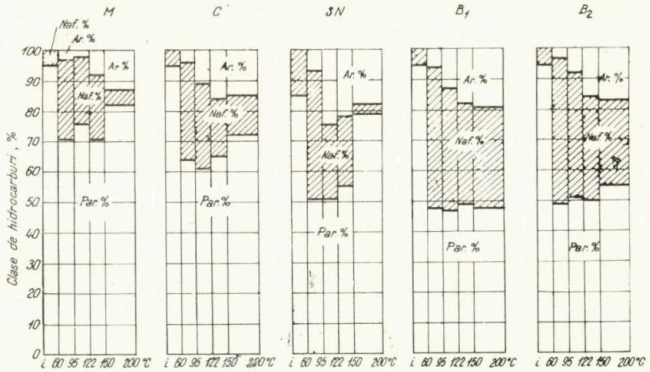


Fig. 1. Spectrele de distribuţie ale claselor de hidrocarburi în fracţiuni inferioare.

disting prin procente variate de răşini. Conţinutul de sulf este mic pentru toate probele, comparabil cu valorile întîlnite în literatură pentru ţiţeiurile cu caracter parafinic. Probele studiate reprezintă ţiţeiuri bogate în benzine mai ales cele din probele C 39 %, şi SN, 30%. Aceste două ţiţeiuri se încadrează în categoria ţiţeiurilor bogate în benzină din ţara noastră [16]. Din caracteristicile fizico-chimice ale celor cinci ţiţeiuri rezultă că toate au caracter parafinic.

2. Studiul fracţiunilor

a. Fracţionarea ţiţeiurilor

Ţiţeiurile au fost fracţionate prin distilare în 12 fracţiuni în condiţiile arătate într-o notă anterioară [17].

Rezultatele fracţionării sînt expuse în tabela 3 şi prezentate grafic în figura 2. Din examinarea acestor date rezultă că ţiţeiurile studiate conţin benzină de la 21—39 %, ceea ce indică un conţinut ridicat de fracţiuni uşoare. Conţinutul de fracţiuni medii este cuprins între 19 şi 24 %. Fracţiunile superioare se găsesc în canti-

tăţi mai mari la ţiţeiul din probele M şi SN şi mai mici la celelalte.

b. *Compoziţia fracţiunilor inferioare*

Pentru cunoaşterea compoziţiei primelor cinci fracţiuni care distilă pînă la 200°C, acestea au

În cazul ţiţeiurilor româneşti, conţinuturi foarte mari de hidrocarburi parafinice în fracţiuni inferioare nu se cunosc decît la unele ţiţeiuri din şantierele Olteniei, care exploatează ţiţeiuri din formaţiunea geologică Dogger-Jurasic şi unele şantiere din Cîmpia Română.

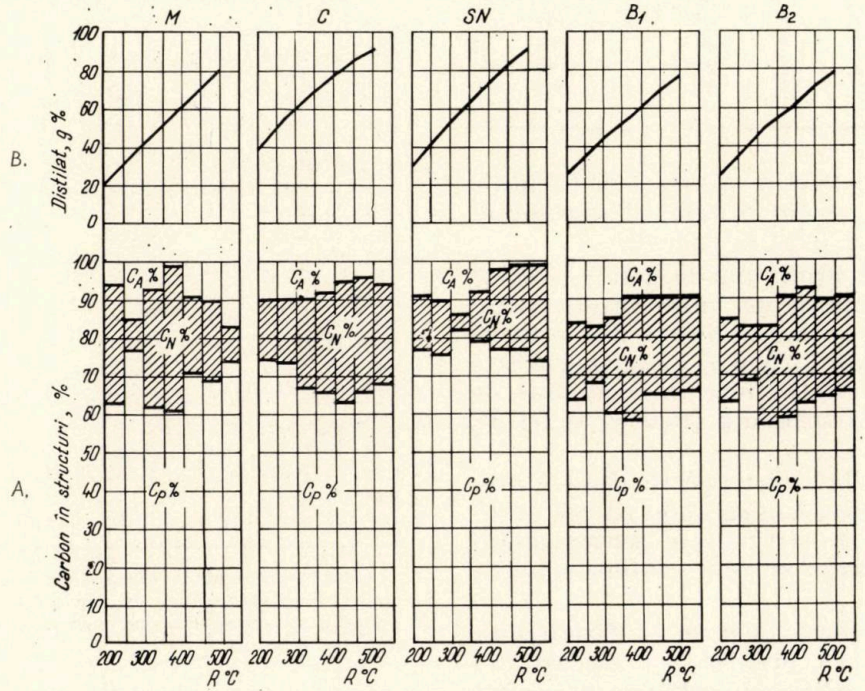


Fig. 2. *A*. Spectre de distribuţie ale atomilor de carbon în structuri, în fracţiuni medii şi superioare; *B*. Curbe de distilare.

fost analizate, stabilindu-se proporţia claselor de hidrocarburi. Rezultatele obţinute sînt prezentate grafic în figura 1.

Compoziţia benzinei integrale iniţial — 200°C este calculată pe baza datelor din tabela 3 şi figura 1 şi este arătată în tabela 4.

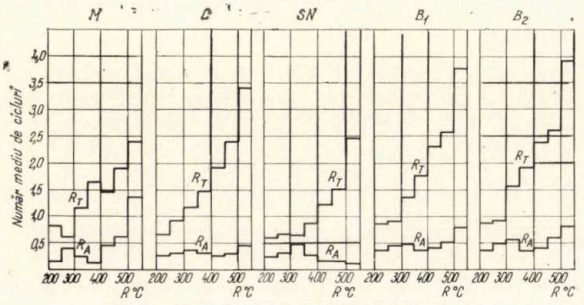


Fig. 3. Variaţia numărului mediu de cicluri în moleculă în fracţiuni medii şi superioare.

Caracterul specific al fracţiunilor inferioare ale primelor trei ţiţeiuri studiate este conţinutul ridicat de hidrocarburi parafinice, majoritatea valorilor sînt mai mari de 60 %, depăşind chiar 70% pentru ţiţeiul M.

TABELA 3

Rezultatele fracţionării — fracţiuni în procente faţă de ţiţei

Fracţiuni, %	Ţiţeiuri M	C	S-N	B_1	B_2
Fr. 1 (iniţial-60°C)	1	1	1	1	1
Fr. 2 (60—95°C)	3	6	7	5	3
Fr. 3 (95—122°C)	6	8	2	5	7
Fr. 4 (122—150°C)	3	8	9	6	4
Fr. 5 (150—200°C)	8	16	11	9	9
Total fracţiuni inferioare	21	39	30	26	24
Fr. 6 (200—250°C)	9	11	11	6	11
Fr. 7 (250—300°C)	11	12	13	13	12
Total fracţiuni medii	20	23	24	19	23
Fr. 8 (300—350°C)	11	6	9	7	6
Fr. 9 (350—400°C)	9	10	9	9	9
Fr. 10 (400—450°C)	10	7	13	9	9
Fr. 11 (450—506°C)	9	6	6	7	8
Total fracţiuni superioare distilate	39	29	37	32	32
Total general distilate	80	91	91	77	79
Fr. 12 (ulei rezidual	5	3	5	10	9
Fr. 13 (răşini+asfalt.)	14	6	3	13	11
Alţi compuşi ads.+pierderi	1	0	1	0	1
TOTAL:	100	100	100	100	100

Datele din tabelă reprezintă valori rotunjite la unităţi

TABELA 5

Compoziția benzinei integrale i—200°C

Țițeiuri	Aromate	Naftene	Parafine
M	7	16	77
C	13	20	67
SN	17	20	63
B_1	14	37	49
B_2	12	34	54

Valori ceva mai mici se constată la țițeiurile din probele B_1 și B_2 (~50%), indicînd un caracter mai puțin parafinic decît la primele.

Corespunzător conținutului de parafine foarte ridicat este conținutul de hidrocarburi naftenice foarte scăzut, la țițeiurile din primele trei șantiere (16—20%). Valori ceva mai ridicate pentru conținutul de naftene în fracțiunile de benzină o au țițeiurile din probele B_1 și B_2 (34—37 %).

Se constată valori mici pentru clasa hidrocarburilor aromatice, comparabile cu cele întîlnite în literatura de specialitate pentru țițeiurile cu caracter parafinic din șantierele românești (7—17 %).

Din datele analizei chimice a fracțiunilor inferioare rezultă că primele trei țițeiuri din probele M, C și SN au un caracter net parafinic, iar țițeiurile din probele B_1, B_2 un caracter mai puțin parafinic.

La acestea din urmă se constată o asemănare de compoziție pentru fracțiunile de benzină, demonstrînd omogenitatea șantierului B.

c. *Fracțiuni medii și superioare. Proprietăți. Compoziție*

Pentru cunoașterea fracțiunilor medii și superioare fracțiunile 6—12 din tabela 3, acestea au fost analizate, determinîndu-se proprietățile fizice de caracterizare (densitate, indice de refracție, masă moleculară), care au fost folosite în analiza ndM, stabilindu-se compoziția acestor fracțiuni prin distribuția atomilor de carbon în grupe structurale și prin numărul mediu de cicluri. S-au determinat, de asemenea viscozitățile fracțiunilor de ulei și s-au calculat valorile indicelui de viscozitate. Rezultatele acestor analize sînt prezentate în tabelele 5, 6, 7, 8, și figurile 2 și 3.

Din studiul fracțiunilor medii și superioare, pentru țițeiurile M, C, SN, B_1, B_2 rezultă un caracter predominant parafinic, mai ales la primele trei țițeiuri. Aceasta se constată din valorile pentru densitate, indice de refracție și viscozitate, care sînt neobișnuit de mici. Caracterul parafinic apare evident din datele

TABELA 6

Date de viscozitate

Țițeiuri	M	C	SN	B_1	B_2
fr. 9(350—400°C)					
visc. la 100°F, cSt	9,6	9,6	9,8	11,6	13,6
visc. la 210°F, cSt	2,6	2,6	2,6	2,78	3,20
visc. la 50°C, °E	1,5	1,5	1,5	1,64	1,80
Ind. de visc. IV_E	115	115	110	100	112
fr. 10(400—450°C)					
visc. la 100°F, cSt	21,3	22,8	16	28	34
visc. la 210°F, cSt	4,3	4,2	3,9	5,15	5,28
visc. la 50°C, °E	2,2	2,3	1,9	2,60	3,03
Ind. de visc. IV_E	120	100	175	127	122
fr. 11(450—500°C)					
visc. la 100°F, cSt	70,0	60,0	27,0	82,0	97,0
visc. la 210°F, cSt	9,4	8,1	6,1	9,30	10,36
visc. la 50°C, °E	5,6	4,8	2,6	6,06	7,3
Ind. de visc. IV_E	122	124	200	97×	97×
fr. 12(ul. rezid.)					
visc. la 100°F, cSt	820	322	120	520	830
visc. la 210°F, cSt	42	25,2	16,7	33,6	38,4
visc. la 50°C, °E	44,7	21,3	9,4	33	48,7
Ind. de visc. IV_E	97×	110	170	103	86×

Valorile indicelui de viscozitate s-au calculat cu ajutorul diagramei pentru indice de viscozitate extins [18]. Valorile indicelui de viscozitate mai mici de 100 (x) sînt calculate cu formula obișnuită.

pentru % C_P (carbon în structură parafinică) : toate valorile sînt mai mari de 60 %, ajungînd la majoritatea fracțiunilor la peste 70 %. Un caracter parafinic mai puțin accentuat au țițeiurile din probele B_1 și B_2, unde valorile pentru % C_P oscilează în jurul lui 60%. Caracterul parafinic, pentru fracțiunile superioare, cel mai intens îl are țițeiul din probele SN, urmează cel din probele C și M; caracterul cel mai puțin intens îl are țițeiul din probele B_1 și B_2.

Valorile carbonului naftenic % C_N, sînt mai mici la țițeiul din probele SN și mai ridicate la celelalte.

Toate fracțiunile se caracterizează prin valori foarte mici pentru % C_A, cuprinse între 1 și 10 %. Excepție face uleiul rezidual din țițeiul din probele M, la care % $C_A = 17$.

Relativ la gradul de ciclizare, se constată că R_T variază între 0,87 în fracțiunea 200—250°C și 2,60 în fracțiunea 450 — 500°C, ceea ce indică un grad mic de ciclizare, în concordanță cu caracterul parafinic al probelor. Fracțiunile medii și superioare din țițeiul din probele SN au un grad de ciclizare mai mic decît celelalte țițeiuri (R_T cuprins între 0,58 pentru fracțiunea 200—250°C și 1,50 pentru fracțiunea 450—500°C). Cea mai mare valoare pentru R_T o au fracțiunile medii și superioare din țițeiurile din probele B_1 și B_2 și aceasta indică un caracter mai puțin parafinic al acestora. Din studiul fracțiunilor medii și superioare reiese caracterul intens

TABELA 7

Date analitice n, d, M

Fracțiuni	Constante fizice	Țițeiuri				
		M	C	SN	B_1	B_2
Fr. 6 200—250°C	d_4	0,8049	0,8028	0,8028	0,8194	0,8200
	n_D	1,4470	1,4502	1,4505	1,4598	1,4598
	M	176	189	199	184	183
Fr. 7 250—300°C	d_4	0,8143	0,8217	0,8150	0,8342	0,8357
	n_D	1,4590	1,4600	1,4572	1,4688	1,4703
	M	210	240	226	228	235
Fr. 8 300—350°C	d_4	0,8351	0,8406	0,8235	0,8500	0,8526
	n_D	1,4641	1,4688	1,4638	1,4752	1,4788
	M	241	280	264	255	260
Fr. 9 350—400°C	d_4	0,8196×	0,8506	0,7985×	0,8340×	0,8388×
	n_D	1,4500×	1,4723	1,4450×	1,4608×	1,4632×
	M	307	307	310	300	330
Fr. 10 400—450°C	d_4	0,8234×	0,8349×	0,8120×	0,8465×	0,8536
	n_D	1,4574×	1,4662×	1,4492×	1,4677×	1,4700×
	M	380	370	406	417	440
Fr. 11 450—500°C	d_4	0,8434×	0,8467×	0,8188×	0,8622×	0,8634×
	n_D	1,4695×	1,4658×	1,4522×	1,4758×	1,4770×
	M	540	482	511	490	500
Fr. 12 ulei rezidual	d_4	0,8683×	0,8644×	0,8400×	0,8808×	0,8840×
	n_D	1,4882×	1,4758×	1,4618×	1,4858×	1,4845×
	M	624	661	630	700	690

d_4 — densitatea; n_D — indice de refracție; M — masa moleculară

Valorile d_4 și n_D sînt determinate la 20°C; valorile notate cu x sînt determinate la 70°C; procentul de sulf în fracțiunile de ulei reprezintă valori sub 0,2 %

TABELA 8

Compoziția fracțiunilor exprimată prin distribuția carbonului în grupe structurale

Fracțiunea	Mărimi structurale, %	Țițeiuri				
		M	C	SN	B_1	B_2
Fr. 6 200—250°C	C_R	37	26	23	36	37
	C_A	6	10	9	16	15
	C_N	31	16	14	20	22
	C_P	63	74	77	64	63
Fr. 7 250—300°C	C_R	23	26	24	32	31
	C_A	15	10	10	17	17
	C_N	8	16	14	15	14
	C_P	77	74	76	68	69
Fr. 8 300—350°C	C_R	38	33	18	40	43
	C_A	7	10	14	15	17
	C_N	31	23	4	25	26
	C_P	62	67	82	60	57
Fr. 9 350—400°C	C_R	39	34	21	42	41
	C_A	1	8	7	9	9
	C_N	38	26	14	33	32
	C_P	61	66	79	58	59
Fr. 10 400—450°C	C_R	29	37	23	35	37
	C_A	9	5	2	9	7
	C_N	20	32	21	26	30
	C_P	71	63	77	65	63
Fr. 11 450—500°C	C_R	31	34	23	35	35
	C_A	10	4	1	9	10
	C_N	21	30	22	26	25
	C_P	69	66	77	65	65
Fr. 12 ulei rezidual	C_R	26	32	26	34	34
	C_A	17	6	1	9	9
	C_N	9	26	25	25	25
	C_P	74	68	74	66	66

C_R — procent carbon în structură ciclică
C_A — procent carbon în structură aromatică
C_N — procent de carbon în structură naftenică
C_P — procent de carbon în structură parafinică

TABELA 9

Număr mediu de cicluri pe moleculă

Formațiuni	Mărimi structurale	Țițeiuri				
		M	C	SN	B_1	B_2
Fr. 6 200—250°C	R_A	0,13	0,23	0,22	0,34	0,34
	R_N	0,70	0,40	0,36	0,51	0,53
	R_T	0,83	0,63	0,58	0,85	0,87
Fr. 7 250—300°C	R_A	0,40	0,29	0,29	0,45	0,48
	R_N	0,21	0,60	0,38	0,47	0,43
	R_T	0,61	0,89	0,67	0,92	0,91
Fr. 8 300—350°C	R_A	0,22	0,33	0,43	0,46	0,55
	R_N	0,94	0,82	0,19	0,92	1,00
	R_T	1,16	1,15	0,62	1,38	1,55
Fr. 9 350—400°C	R_A	0,12	0,29	0,25	0,34	0,35
	R_N	1,55	1,15	0,59	1,43	1,55
	R_T	1,67	1,44	0,84	1,77	1,90
Fr. 10 400—450°C	R_A	0,41	0,27	0,16	0,41	0,37
	R_N	1,02	1,65	1,03	1,89	2,00
	R_T	1,43	1,92	1,20	2,30	2,37
Fr. 11 450—500°C	R_A	0,60	0,28	0,15	0,51	0,57
	R_N	1,30	2,10	1,35	2,07	2,03
	R_T	1,90	2,38	1,50	2,58	2,60
Fr. 12 ulei rezidual	R_A	1,36	0,47	0,12	0,77	0,80
	R_N	1,01	2,89	2,34	3,00	3,10
	R_T	2,37	3,36	2,46	3,77	3,90

R_A — număr mediu de cicluri aromatice

R_N — număr mediu de cicluri naftenice

R_T — număr mediu total de cicluri

parafinic al țițeiurilor din probele M,C și SN, și asemănarea lor din punct de vedere chimic. În contrast cu acestea apar cele două țițeiuri din probele B_1 și B_2, care au un caracter parafinic mai puțin accentuat. La acestea din urmă începe să apară mai evident caracterul naftenic și aromatic. De asemenea, se constată asemănarea celor două probe B_1 și B_2 demonstrînd în acest caz omogenitatea acestui șantier din punctul de vedere al structurii geologice.

3. Clasificarea chimică și concluzii

Rezultatele analitice obținute în această lucrare au fost folosite la clasificarea țițeiurilor după metoda Carpatica, obținîndu-se datele arătate în tabela 9.

Din examinarea tabelei 9 se constată că țițeiurile din probele M,C și SN aparțin clasei parafinice avînd C_P^t egal sau mai mare de 72. Țițeiurile studiate aparțin grupei ceros — puțin rășinos și nesulfuros, adică sînt ca și celelalte țițeiuri parafinice întîlnite la noi în țară. Țițeiul din probele M face excepție față de cel din probele C și SN, care deși încadrat în clasa „parafinic" aparține grupei ceros, rășinos și nesulfuros. Caracterul parafinic se păstrează atît în fracțiunile inferioare, cît și în cele superioare. Țițeiul din probele SN are un caracter mai intens parafinic decît celelalte două, mai ales în fracțiunile superioare. Aceasta reiese și din conținutul mare de ceară (28,8 %), neobișnuit la alte țițeiuri parafinice studiate pînă în prezent.

Țițeiurile din probele B_1 și B_2, sînt parafin-naften-aromatice, deosebindu-se de primele trei. Ele aparțin grupei ceros-rășinos și nesulfuros, avînd conținuturi obișnuite de ceară, sulf și compuși asfaltici.

Din punct de vedere practic, țițeiurile care au constituit obiectul cercetărilor prezintă interes în primul rînd pentru conținuturile ridicate de benzină. Fracțiunile superioare sînt indicate ca materii prime pentru industria uleiurilor cu condiția deparafinării lor.

TABELA 9

Datele clasificării Carpatica

Țițeiuri	Indici de caracterizare				Clasa	Grupa
	structurali		de calitate			
M	C_P^t	72	c	14,3	parafinic	ceros
	C_N^t	20	r	14,3		rășinos
	C_A^t	8	s	0,20		nesulfuros
			d	21		
C	C_P^t	73	e	6,3	parafinic	ceros-puțin
	C_N^t	19	r	6		rășinos
	C_A^t	8	s	0,20		nesulfuros
			d	39		
SN	C_P^t	75	c	28,8	parafinic	ceros-puțin
	C_N^t	17	r	3,3		rășinos
	C_A^t	8	s	0,16		nesulfuros
			d	30		
B_1	C_P^t	64	c	11-34	parafin-naften aromatic	ceros
	C_N^t	24	r	13,25		rășinos
	C_A^t	12	s	0,28		nesulfuros
			d	26		
B_2	C_P^t	65	c	10,72	parafin-naften-aromatic	ceros
	C_N^t	24	r	11,15		rășinos
	C_A^t	11	s	0,278		nesulfuros
			d	42		

BIBLIOGRAFIE

1. Creangă, C. și Dumitrescu, F. Comunicare prezentată la 13. XI, 1969 la Comitetul Geologic.
2. Creangă, C. și Rădulescu, S. Lucrările I.P.G.G. București, **III**, 1957, p. 101.
3. Creangă, C. și Rădulescu, S. Lucrările I.P.G.G. București, **V**, 1959, p. 37.
4. Creangă, C. și Caraiani, V. Lucrările I.P.G.G., București, **VI**, 1960, p. 225.
5. Creangă, C. și Neacșu, P. Buletinul I.P.G.G. București, **VIII**, 1961, p. 141.
6. Creangă, C. și Neacșu, P. În: Studii și Cercetări de chimie Acad. R. P. R., **IX**, nr. 2, 1961, p. 275.
7. Creangă, C. și Rădulescu, S. În: Studii și cercetări de chimie Acad. R. P. R., **IX**, nr. 2, 1961, p. 291.
8. Creangă, C. și Caraiani, V. În: Buletinul I.P.G.G. București **VIII**, 1962, p. 89.
9. Neacșu, P., Petrovici, L. Giurgiu, I. și Creangă, C. În: Petrol și gaze, **19** nr. 2, 1968, p. 107.
10. Rădulescu, S., Creangă, C. În: Petrol și gaze **19**, nr. 10, 1968, p. 623.
11. Caraiani, V., Petrovici, L. și Vidrașcu, Gh. În: Petrol și gaze, **19**, nr. 9, 1968, p. 574.
12. Vidrașcu, Gh. și Rădulescu, S. În: Petrol și gaze, **20**, nr. 4, 1969, p. 295.
13. Orășanu, L. În: Petrol și gaze, **20**, nr. 2, 1969, p. 108.
14. Rădulescu, S., Caraiani, V. și Creangă, C. În: Petrol și gaze **20**, nr. 5, 1969, p. 367.
15. Lerescu, C. și Orășanu, L. În: Petrol și gaze, **20** nr. 6, 1969, p. 423.
16. Creangă, C. și Mihul, C. În: Petrol și gaze, **21** nr. 8, 1970, p. 474.
17. Creangă, C. În: Studii și cercetări chimice. Acad. R. P. R. **IX**, nr. 1, 1961, p. 93.
18. * * * În: ASTM Standards 1964, part. **17**, p. 817.

Criterii privind optimizarea funcţionării staţiilor de comprimare utilizate în România la extracţia şi transportul gazelor

N. Simescu

Pentru a optimiza extracţia şi transportul gazelor, atît la proiectare, cît şi în exploatare trebuie luate în considerare următoarele principii rezultate din laborioase calcule tehnologice şi de eficienţă tehnico-economică :

— În proiectarea exploatării unor zăcăminte de gaze cu mai multe straturi productive, determinantă este presiunea necesară alimentării celui mai îndepărtat consumator, consumatorii locali alimentîndu-se cu gaze din complexele care au presiune mai mică. De aceea, nu poate exista o presiune iniţială optimă unică, pentru toate conductele ce compun sistemul naţional de transportat gaze.

— Sub aspectul economicităţii, la noi în ţară presiunea la punctul iniţial al conductei magistrale trebuie să fie cuprinsă între 45 şi 55 atm, fiind dictată de considerente legate de epuizarea raţională a zăcămintelor gazeifere şi de calităţile fizice ale materialului tubular folosit.

— Rentabilitatea în exploatare impune menţinerea presiunilor iniţiale la valori constante, egale cu presiunile maxime admise de materialul tubular, folosindu-se în acest scop comprimarea în cîmpurile de gaze pentru a face faţă declinului natural de presiuni şi debite.

— Datorită restricţiilor tehnice şi de costuri, economicitatea transportului gazelor prin conducte magistrale nu ţine seama de bilanţul energetic, adică de obţinerea unui consum minim de energie (la presiunea de $\simeq$ 150 atm), ci de bilanţul economic care se determină în funcţie de cheltuielile de investiţii şi exploatare.

— Un sistem de transport poate fi proiectat fie pentru un cost minim de investiţie, fie pentru un cost minim de exploatare, dar este recomandabil să se urmărească minimalizarea cheltuielilor totale de exploatare şi de investiţii. La proiectarea sistemelor pe criteriul investiţiilor minime rezultă că debitele mai reduse se pot transporta mai economic la presiune înaltă, iar debitele mai mari la presiuni mai coborîte. Cheltuielile minime de exploatare (în special generate de funcţionarea staţiilor de comprimare) rezultă la presiuni mai coborîte decît cele corespunzătoare cheltuielilor minime de investiţii.

Pentru o distanţă dată, dacă debitul creşte, diametrul economic creşte şi el, iar presiunea economică descreşte. Dacă debitul este constant şi distanţa creşte, diametrul economic descreşte şi presiunea economică creşte.

Gazele naturale sînt vehiculate în prima fază prin conductele de transport cu ajutorul presiunii de zăcămînt.

Consumul de energie necesar transportării gazelor printr-o conductă este în funcţie de panta hidraulică şi va fi cu atît mai mic, cu cît pierderea specifică de sarcină va fi mai mică. Rezultă deci că la presiuni înalte, cu aceeaşi pantă hidraulică, adică cu acelaşi consum de energie, se pot transporta debite mult mai mari decît cele în domeniul presiunilor scăzute. De aceea, pe măsura scăderii presiunii de zăcămînt sau pentru a creşte capacitatea de transport a conductei respective, se montează staţii de comprimare, la punctul iniţial sau pe traseul conductei.

Pentru a asigura economicitatea în timp şi a micşora erorile de previziune pe termen lung, precum şi pentru a creşte siguranţa în exploatare, un sistem de transportat gaze trebuie construit începînd cu o conductă de diametru mai mic decît cel optim (70—80%) şi dezvoltat apoi prin montarea staţiilor de compresoare şi a conductelor paralele.

Vîrfurile de consum sezoniere şi orare au o influenţă hotărîtoare atît în ceea ce priveşte realizarea obligaţiilor contractuale, cît şi asupra gradului de utilizare a capacităţilor de transport şi, ca atare, se impune cunoaşterea deplină şi utilizarea intensivă şi extensivă a mijloacelor tehnice prin care se preiau aceste vîrfuri (cîmpuri-tampon, staţii de comprimare, stocaje subterane şi înmagazinarea gazelor în conductele interconectate).

Criterii de alegere a tipului de compresor

Pentru comprimarea gazelor se utilizează compresoare cu piston sau compresoare centrifugale, alegerea fiind determinată de următoarele criterii care influenţează în mod direct atît mărimea cheltuielilor de investiţii, cît şi a celor de exploatare.

a. *Raportul de comprimare*

La determinarea raportului de comprimare trebuie să se ţină seama de faptul că, din cauza supapelor, care opun rezistenţă destul de însemnată, aspiraţia nu va începe la P_a, ci puţin mai jos, iar refularea nu va începe la P_r, ci la o valoare superioară.

Pierderile prin supape nu pot fi micşorate practic sub 0,5 kgf/cm ^{2}, rezultînd ca la raţii mici ($<1{,}4$), pierderile devin mari, iar procesul neeconomic.

Din această cauză la alegerea agregatului, la raţii > 1,4 şi debite mari (>4 mil. m³/zi) sînt de preferat compresoarele centrifugale, care neavînd organe de închidere-deschidere, nu au nici pierderi.

b. *Modul de antrenare*

Compresoarele cu piston sînt antrenate de motoare electrice ori termice în doi sau patru timpi, cilindrii-compresor fiind astfel dispuşi faţă de cilindrii-motor, încît toate bielele să fie cuplate pe un singur ax. Motoarele termice sînt de obicei cu gaze. Dacă motoarele au instalaţie de supraalimentare, randamentul lor termic poate fi în jur de 40%, reprezentînd din punct de vedere energetic o soluţie economică. Motoarele termice au însă o construcţie greoaie, ciclul de exploatare redus, necesită un număr mare de piese de schimb şi au o suplete redusă.

Compresoarele centrifugale pot fi antrenate de motoare electrice, termice, turbine cu gaze, motoare cu pistoane libere, sau turbine cu abur. Cel mai frecvent ele sînt antrenate de turbine cu gaze. Avantajul turbinei cu gaze constă în obţinerea unor turaţii mari şi în posibilitatea de reglare şi de variaţie în limite largi a parametrilor.

În afara celor menţionate, mai există o posibilitate de antrenare, şi anume, cu turbină de destindere sau de trecere, care utilizează energia de destindere a gazului de la presiunea din conducta de transport, la presiunea necesară consumului.

c. În privinţa consumului de combustibil, avantajul este de partea motoarelor termice cu supraalimentare, care ajung la randamente totale de 41 %, în timp ce turbinele cu gaze chiar şi cu recuperator de căldură, nu depăşesc 27 — 30%.

d. Mai important în alegerea agregatului este consumul de lubrifianţi, raportul fiind de 1/10 la turbine faţă de motoare termice (consumul de combustibil fiind de 1 ; 1,5).

e. În privinţa agregatelor de rezervă, trebuie precizat că în mers normal un agregat motocompresor cu piston trebuie revizuit după circa 500 ore, ceea ce impune necesitatea unităţilor de rezervă, în timp ce în funcţionarea turbinelor cu gaze se realizează o durată de 4 000 — 25 000 ore între două revizii consecutive.

f. Atît motoarele termice, cît şi compresoarele cu piston necesită cantităţi importante de apă de răcire, pe cînd turbinele cu gaz şi compresoarele centrifugale funcţionează fără circuit de apă de răcire.

Compresoare cu piston

Sînt indicate la variaţii mari de debite şi la raţii mari de comprimare. Costurile de instalare, de exploatare şi de întreţinere sînt destul de mari.

Puterea motoarelor ce antrenează compresoarele cu piston din R. S. România variază între 300 şi 1 000 CP (8GK, 10 GK, Ingersoll Rand), dar pe plan mondial s-au realizat şi instalaţii cu puteri de 1 500 şi 2 000 CP. În U. R. S. S., în ultimul timp, s-au construit agregate de 2 700 CP.

În schelele de extracţie a petrolului se utilizează în mod frecvent compresoarele cu piston.

Utilizarea compresoarelor cu piston în cîmpurile de gaz metan va începe în cursul acestui an şi va fi continuată şi în anii viitori.

Compresoare centrifugale

Se folosesc pentru comprimarea debitelor mari de gaze cu raţii mici de comprimare. Sînt antrenate de motoare electrice sau de turbine cu gaze cu sau fără recuperator de căldură.

Pentru debite mai mici de 2,5 mil. m³/zi, randamentul turbocompresoarelor scade foarte mult şi utilizarea lor devine neeconomică. Din punct de vedere energetic este mai raţional să se comprime gaze cu raţii mici şi la distanţe reduse decît cu raţii mari şi la distanţe mai lungi.

În cadrul I. E. C. M. G. M.—Mediaş, pentru echiparea sistemelor de transport cu instalaţii de comprimare s-a ales soluţia turbinelor cu gaze de circa 3 MW, ce antrenează compresoare centrifugale pentru debite cuprinse între 7 000 000 şi 12 000 000 m³/24 h cu raţii de 1,12—1,4.

Sporul de debit ce se asigură pe fiecare din sistemele astfel echipate este de circa 30%.

Optimizarea funcţionării staţiilor de comprimare intermediară

Pentru a optimiza funcţionarea unui sistem de transportat gaze dotat cu staţii de comprimare trebuie luate în considerare următoarele aspecte :

1. Comparaţia tehnico-economică între folosirea comprimării şi aceea a dublării conductei, pentru a realiza acelaşi spor de debit ca şi cel asigurat de staţia de comprimare.

Din compararea datelor rezultă motivele ce au justificat într-un anumit caz oportunitatea şi necesitatea comprimării intermediare a gazelor ;

Nr. crt.	Indicatori tehnico-economici	U/M	Conductă	Staţia turbocompresoare
1	Spor de debit realizat	m³/zi,	3 000 000	3 000 000
2	Investiţia iniţială	lei	110 000 000	40 000 000
3	Import	lei	24 000 000	10 000 000
4	Consum de metal	t	16 500	150
5	Cheltuieli de exploatare	lei/1000 m³ gaze	29	33

— Investiția inițială circa 36,5 % din investiția cerută de o conductă echivalentă ca spor de debit :

— Consum valutar circa 42 % din cel cerut de conductă.

— Consum de metal circa 0,9 % din cel cerut de conductă.

— Viteza mult mai mare de reacție în preluarea vîrfurilor de consum.

Aceste avantaje sînt net superioare dezavantajelor, față de o conductă echivalentă, sub aspectul creșterii cheltuielilor de exploatare la 1 000 m³ gaze transportate cu 14 % și o fiabilitate mai mică datorită complexității tehnologice a instalației.

2. Optimizarea construcției și a funcționării fiecărei stații de comprimare intermediară.

Distanța optimă dintre stațiile de turbocompresoare este aceea care corespunde unei pierderi de sarcină de 30 % sau unui raport de compresiune de circa 1,4. În condițiile României, raportul de compresiune este de 1,36, distanța dintre stații fiind de circa 100 km .

Se poate optimiza funcționarea stațiilor de compresoare, pentru întreaga durată de funcționare, minimizînd raportul

$$\frac{V_{f.f.} + V_{ch.e}}{W},$$

în care :

V_{ff} este valoarea fondurilor fixe ;

$V_{ch.e}$ — valoarea cheltuielilor de exploatare ;

W — puterea instalată.

V_{ff} se poate reduce în primul rînd prin alegerea turbocompresoarelor ca agregate de comprimare intermediară și nu a motocompresoarelor. Astfel, pentru a comprima 12 000 000 m³/zi la o rație de 1,3 — 1,4, echiparea unei stații intermediare cu motocompresoare de 1 000 CP ar necesita opt agregate active și două de rezervă, deci zece agregate, față de două agregate turbocompresoare fabricate de aceeași firmă, de cîte 4 000 CP fiecare și care costă numai 40 % din costul motocompresoarelor.

La cele arătate trebuie adăugate și celelalte avantaje ale turbocompresoarelor, adică ciclul de funcționare mult mai mare între revizii, elasticitate sporită, consum mic de ulei etc.

O altă cale de minimalizare a V_{ff} o constituie sobrietatea soluțiilor constructive a tuturor instalațiilor și alegerea cu mult discernămînt a tipului de agregat turbocompresor.

Astfel, primele turbocompresoare montate (Sulzer), a căror turbină de gaze face parte din „prima familie", adică este o soluție deviată din turbina cu vapori, a prezentat un progres evident prin sobrietatea instalațiilor auxiliare față de turbocompresoarele similare montate la G. I. F. E. Ț. Tg. Jiu.

Agregatele Hispano-Suiz cu turbina de gaze derivată din turbină de avion, și Ingersoll-Rand, de asemenea, cu turbina făcînd parte din a „doua familie", date ulterior în exploatare, au prezentat avantaje față de Sulzer sub aspectul costurilor de achiziție și montaj și al simplificării constructive a întregii instalații.

Pentru viitor se achiziționează agregate cu turbine de gaze din a „treia familie", provenite tot din tehnica aviației, dar care au un ciclu termic cu valori foarte ridicate, temperatura gazelor arse fiind de circa 1 000°C, ceea ce permite realizarea unor randamente de circa 27 % fără recuperator, fapt ce explică și simplicitatea instalației și costul ei avantajos.

$V_{ch.e}$ reprezentînd îndeosebi consumul de energie se poate minimaliza, pe de o parte, prin folosirea turbinelor de gaze din a „treia familie", iar, pe de altă parte, printr-o optimizare a funcționării ansamblului conducte — stații de compresoare.

W, puterea instalată, poate fi crescută numai în măsura în care acest lucru duce la minimalizarea raportului $\frac{V_{m.f.} + V_{m.v.}}{W}$, deoarece creșterea ei antrenează și creșterea cheltuielilor $V_{f.f} + V_{f.f}$.

Optimizarea ansamblului conducte — stații de turbocompresoare

Ca regulă generală, pentru un sistem de transport liniar, cel mai scăzut consum de energie se obține menținînd presiunea de refulare în stațiile de comprimare intermediare la valorile maxime admise de conductă și presiunea de refulare a ultimei stații la valoarea cea mai scăzută, însă suficientă pentru acoperirea debitelor, oricare ar fi variația lor.

Cele de mai sus sînt valabile în cazul unui regim staționar.

În regimul variabil, variațiile debitului la extremitățile sistemului nu produc variații asupra presiunii de refulare a celei mai apropiate stații, decît după un timp îndelungat, dar valoarea acesteia trebuie astfel aleasă, încît să satisfacă în permanență necesitățile de consum.

Variațiile de consum vor afecta, așa cum s-a mai arătat, ultima stație de compresoare, care are două posibilități de a urmări variațiile :

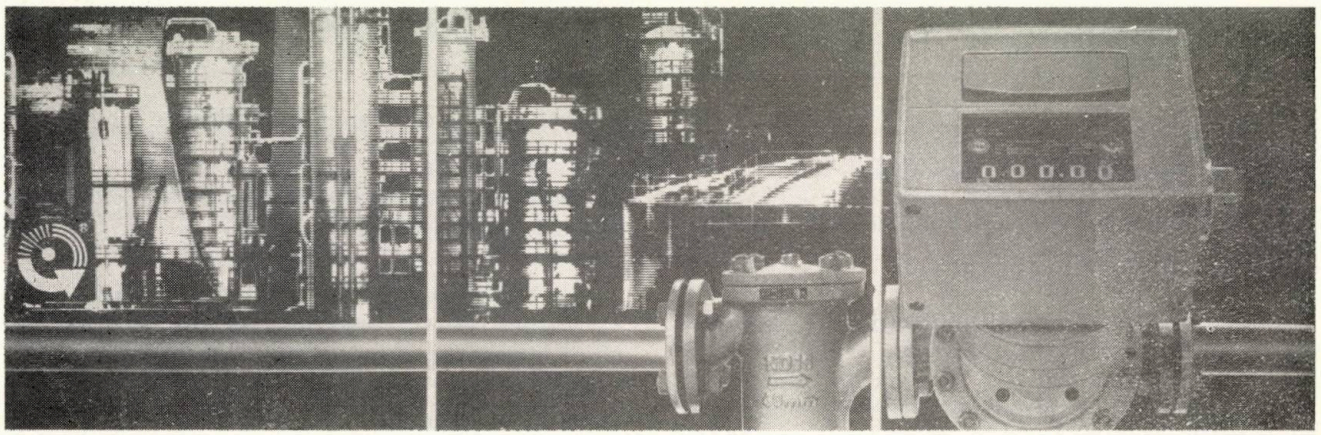
a. Refularea cu debit constant, cu variaţii de presiuni de refulare, efectuîndu-se o înmagazinare a gazelor în aval de staţie.

b. Refularea cu presiune constantă, înmagazinînd în amonte variaţiile de debit, soluţie folosită în cadrul I.E.C.M.G.M.—Mediaş.

Concluzii

Proiectarea exploatării zăcămintelor de gaze şi a conductelor magistrale trebuie să ţină seama încă din faza iniţială de necesitatea echipării cu staţii de compresoare, iar soluţiile tehnico-economice vor trebui să rezulte din calcule vizînd optimizarea curentă şi în perspectivă a acestei activităţi.

La proiectarea instalaţiilor de comprimare a gazelor vor trebui alese soluţiile cele mai economice, cu un volum minim de construcţii şi montaje, adică grupuri „parkage", fără recuperator de căldură, dar cu recuperarea căldurii gazelor arse în instalaţii auxiliare (cazane de abur, sere etc.).



2000 l/min

este unul din numeroasele componente caracteristice contoarelor noastre cu pistoane profilate.
Sistemul nostru de subansambluri ursaflux, cu unităţi funcţionale variabile, oferă posibilitatea montării unei instalaţii complete de măsurare a volumului şi a debitului, sau a completării instalaţiilor deja existente.

Aceste instalaţii care şi-au dovedit eficacitatea în condiţii de funcţionare pot fi folosite pentru rezolvarea tuturor problemelor de dozare volumetrică, de dozare discontinuă ca şi pentru reglajul digital sau analog în dirijarea proceselor.
Pentru industria alimentară oferim instalaţii de măsurat speciale.

Informaţii la :
Ambasada R.D.G. în R.S.R.
Secţia comercială
Biroul tehnico-comercial al
AHB Elektrotechnik
Bucureşti, calea Dorobanţi 14

VEB
Geräte-und Regler-Werke Teltow
Zentraler-Anlagenbau der BMSR-Technik

Elektrotechnik
EXPORT-IMPORT
VOLKSEIGENER AUSSENHANDELSBETRIEB DER DEUTSCHEN DEMOKRATISCHEN REPUBLIK
DDR 102 BERLIN-ALEXANDERPLATZ
HAUS DER ELEKTROINDUSTRIE

PUBLICOM

Unele aspecte privind calculul grosimii pereţilor conductelor de transportat gaz

I. Geangală şi M. Bălan

Dezvoltarea impetuoasă şi multilaterală a economiei naţionale necesită asigurarea permanentă a surselor de energie primară şi de materie primă.

Considerente de ordin economic, ca : preţul de cost, investiţiile, productivitatea, costul de exploatare şi costul transportului, au determinat, în condiţiile economice ale ţării noastre, creşterea continuă a producţiei de gaze naturale.

Gazele naturale au contribuit în prima fază la consolidarea bazei tehnice-energetice a economiei socialiste în plină ascensiune.

Faptul că gazele naturale de la noi nu conţin sulf şi au o concentraţie în metan pînă la 99,8 % a creat posibilitatea întemeierii şi dezvoltării unei puternice industrii de chimizare şi sinteză pentru obţinerea unei game întregi de produse cum sînt ; materialele plastice, îngrăşămintele azotoase, fibrele sintetice ş. a.

În intenţia unei depline aprecieri a problemelor complexe, ca : extracţia, transportul, înmagazinarea, acoperirea debitelor sezoniere şi a vîrfurilor orare care stau în faţa industriei gazeifere, trebuie arătat că marii consumatori industriali, cum sînt combinatele petrochimice, siderurgice, metalurgice, termocentralele etc., au fost amplasaţi în concordanţă cu principiul asigurării unei economii unitare, dar armonios dezvoltate în toate regiunile ţării, ceea ce a impus asigurarea capacităţilor de transport corespunzătoare alimentării continue cu gaze, în condiţiile unui înalt grad de dispersie.

Din aceste motive, faţă de anul 1948 nivelul atins în anul 1955 a fost de-a dreptul impresionant, fondul de sonde crescînd cu 270 %, ceea ce a asigurat sporirea cantităţii totale de gaze extrase de aproape 3,2 ori.

Faţă de anul 1961 producţia de gaze naturale în ţara noastră este în anul 1970 de 2,7 ori mai mare, urmînd ca în anul 1975 să depăşească de 4,2 ori producţia aceluiaşi an de bază.

Obţinerea rezultatelor arătate a necesitat, printre altele, crearea şi dezvoltarea unui sistem naţional complex pentru transportul gazelor, constînd din conducte magistrale cu diametre nominale de pînă la 800 mm şi presiuni de serviciu pînă la 64 atm.

Unul dintre elementele caracteristice pentru evoluţia industriei gazeifere constă în lungimile importante ale traseelor conductelor de transport. Astfel, lungimea conductelor magistrale existente în funcţiune la sfîrşitul lui 1962 a crescut de 20 de ori faţă de anul 1938 şi de 8,5 ori faţă de anul 1944, iar la finele anului 1972 urmează să însumeze circa 6 400 km. În monograma din figura 1 se reprezintă comparativ lungimea conductelor de transportat gaze aflate în exploatare în decursul anilor.

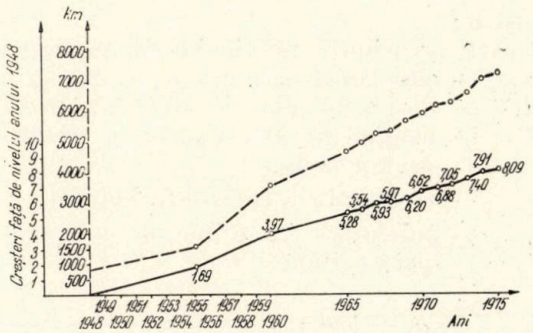


Fig. 1. Dinamica dezvoltării conductelor de gaze naturale – – – creşteri faţă de nivelul anului 1938 ; ——— creşteri faţă de nivelul anului 1948.

Programul de perspectivă al industriei de gaze naturale prevede, printre altele, extinderea sistemului actual de transportat gaze pînă în anul 1975 cu încă circa 1 200 km conducte, pentru a se putea pune la dispoziţia consumatorilor noi şi existenţi, cantităţile cuprinse în dinamica de consum.

Construcţia conductelor de transportat hidrocarburi în stare gazoasă sau lichidă cunoaşte un deosebit avînt în cele 45 de ţări producătoare de gaze naturale şi asociate din lume. Numai în U.R.S.S., S. U. A., Canada, Olanda, Mexic, Italia şi Anglia lungimile conductelor colectoare, magistrale şi a racordurilor totalizau la sfîrşitul anului 1970 circa 1,25 mil. km.

Un factor însemnat în dezvoltarea transportului prin conducte îl aduc cantităţile tot mai mari de gaze naturale, care sînt sau se vor angaja în sfera comerţului internaţional. Numeroase ţări producătoare exportă gazele în stare nativă sau lichefiate.

În cele ce urmează se vor trata unele probleme legate de dimensionarea raţională a materialului tubular care alcătuieşte sistemele de transportat gaze naturale, urmînd ca aspectele privind producerea diferitelor sortimente de material tubular, precum şi analiza critică

amănunţită a tehnologiilor de montaj a conductelor magistrale să facă obiectul unor articole separate.

Relaţii de dimensionare uzuală

În continuare se vor analiza detaliat elementele formulei de dimensionare întrebuinţată în prezent la proiectarea conductelor de transportat gaze naturale.

Normativul departamental pentru construirea conductelor de transportat gaze naturale combustibile şi STAS 8281/1968 „Instalaţii de gaze naturale" — Prescripţii fundamentale indică pentru calcul relaţia :

$$t = \frac{p_{max}\, de}{2F\ \sigma_a} + c, \quad [1] \qquad (1)$$

în care :

t este grosimea nominală de perete, cm;
p_{max} — presiunea maximă de regim, kgf/cm²;
d_e — diametrul exterior al ţevii, cm;
F — coeficient de calitate a cusăturii ţevilor sudate;
σ_a — rezistenţa admisibilă, kgf/cm²;
C — toleranţă în minus la grosimea de perete, cm;

$$\sigma_a = b\ \sigma_c;\ b = \frac{1}{S};$$

S — coeficient de siguranţă;
b — 0,5 pentru categoria I de traseu, adică în firul curent al conductei;
b — 0,6 pentru categoria a II-a de traseu, respectiv traversări, terenuri fugitive, apropierea construcţiilor civile şi industriale ş.a.;
σ_c — limita de curgere, kgf/cm².

Această relaţie este de fapt formula de calcul la rezistenţă a recipientelor dimensionate numai la presiunea interioară, relaţie care prezintă o serie de inconveniente :

— nu ia în considerare proprietăţile plastice ale materialului de construcţie ales şi nu ţine seama de ipoteza de rupere specifică materialului ţevilor, deşi solicitarea este tridimensională;

— nu ţine seama, în întregime, de condiţiile reale de exploatare a conductei sub sarcină;

— solicitarea admisibilă se determină ca o fracţiune a rezistenţei la curgere.

Se remarcă faptul că formula prezentată face parte din aşa-numita „metodă a rezistenţelor admisibile" sau „metodă a coeficientului global (unic) de siguranţă". În acest caz criteriul de rezistenţă îl constituie limita de curgere şi nu rezistenţa la rupere, aşa cum se va vedea în cazul metodei stărilor limită.

Din literatura de specialitate cercetată şi pe baza experienţelor de laborator făcute a rezultat că fiecărei categorii de material îi corespunde o anumită ipoteză de rupere.

În plus, comportarea conductelor sub sarcină a demonstrat că rezistenţa materialului tubular îngropat nu se epuizează o dată cu atingerea limitei de curgere şi că ele pot fi exploatate pînă se rup, adică pînă cînd în metalul ţevii apar tensiuni egale cu rezistenţa la rupere. Astfel de tensiuni apar în porţiunile de conductă ovalizate, turtite, precum şi în curbe, teuri sau reducţii, aşa cum arată [2, 5, 7].

Cu toate că metoda rezistenţelor admisibile a stat la baza calculelor de dimensionare a numeroase utilaje, piese, conducte, cazane, construcţii avînd un grad de complexitate ridicat şi realizate în sec. al XVIII-lea şi al XIX-lea, în ultima vreme metoda este supusă unor serioase critici, principalele obiecţii aduse fiind :

— nefundamentarea ştiinţifică a coeficientului global (unic) de siguranţă;

— neglijarea proprietăţilor plastice ale materialelor prin folosirea ipotezei lui Bernoulli şi a legii lui Hooke, aşa încît, calculele sînt limitate numai la domeniul elastic, ceea ce împiedică utilizarea întregii capacităţi de rezistenţă a materialului.

La material se va acorda o atenţie aparte coeficientului global de siguranţă, cu ajutorul căruia se determină rezistenţele admisibile.

În general, prin introducerea coeficientului de siguranţă se urmăreşte :

— acoperirea tuturor abaterilor faţă de ipotezele de calcul;

— aprecierea factorilor variabili.

Aşadar, prin aplicarea unui coeficient de siguranţă unic se caută să se ţină seama şi să se rezolve concomitent o serie de solicitări depinzînd de variabile diferite. Aceşti coeficienţi de siguranţă, de o importanţă primordială în calculele de dimensionare, sînt stabiliţi în mod empiric. Totodată aceste mărimi sînt utilizate în mod implicit, fiind incluse în rezistenţa admisibilă. Toate acestea îndreptăţesc denumirea de „coeficient de incertitudine sau ignoranţă", dată de unii autori coeficientului global (unic) de siguranţă.

În procesul exploatării conductele magistrale îngropate sînt expuse acţiunii mai multor încărcări şi solicitări, cum sînt : presiunea interioară, presiunea tasării solului, presiunile exercitate de diferite încărcări accidentale sau permanente, care la rîndul lor pot fi fixe sau mobile, încărcările după relieful terenului străbătut, eforturile longitudinale de întindere şi compresiune, tensiunile termice ş. a.

După cum au arătat cercetările întreprinse, conductele subterane sînt încastrate în teren şi devin lipsite de posibilitatea deplasărilor orizontale numai după cîţiva ani de la terminarea montajului. Practica exploatării a relevat că de-a lungul duratei normate de funcţionare

a unei conducte majoritatea defectelor survin în două perioade :

a) în primii ani de exploatare ;

b) în ultimii ani de serviciu.

a) Evidenţele statistice arată că ruperile care se produc la începutul exploatării apar, în general, în punctele slăbite ale conductei, şi anume :

— cordoane de sudură ;

— curbe cu guşi ;

— concentrări de eforturi provocate de variaţiile de temperatură.

Sînt foarte rare cazurile cînd în această perioadă se produc ruperi după generatoare.

b) Defecţiunile din ultimii ani de serviciu sînt generate, îndeosebi, de efectele acţiunii corosive, de oboseala materialului, datorită variaţiilor pulsatorii ale presiunii, îmbătrînirea îmbinărilor ş. a.

Calculul riguros al materialului tubular aferent conductelor magistrale ar trebui să ia în considerare :

A. sarcinile axial-simetrice ;

B. efectele de contur.

A. Din prima categorie fac parte încărcările uniform distribuite, dispuse simetric faţă de axa de revoluţie care, în principal, sînt :

1) presiunea fluidului vehiculat ;

2) greutatea proprie a conductei şi a izolaţiei de producţie ;

3) greutatea pămîntului de deasupra ţevii ;

4) încărcarea datorată fluidului de curgere ;

5) încărcarea datorată circulaţiei pe suprafaţa solului ;

6) greutatea zăpezii şi presiunea vîntului în cazul conductelor sau al porţiunilor montate aerian.

B. În categoria doua sînt incluse toate forţele şi momentele încovoietoare determinate în ipoteza asimilării conductei cu o grindă încastrată şi încărcată în anumite moduri.

Întrucît factorii enumeraţi nu sînt luaţi curent în consideraţie la proiectarea sistemelor de transport, pentru o apreciere corespunzătoare în cele ce urmează vor fi analizaţi separat.

A. 1. *Presiunea interioară a fluidului vehiculat* constituie, peste un anumit nivel, principala solicitare continuă şi este hotărîtoare pentru stabilirea grosimii peretelui. În timp sau în anumite condiţii, presiunea interioară provoacă, pe lîngă solicitările inelare, eforturi axiale de întindere.

Aşa după cum se va vedea într-un capitol următor, indiferent de normativ sau de ţară, în relaţia de calcul a grosimii peretelui, numărătorul este acelaşi, fiind de fapt alcătuit din produsul : presiunea gazului ori diametrul exterior al conductei.

Cu toate că la prima vedere s-ar părea că aceste elemente sînt invariabile, o analiză atentă relevează cîteva deosebiri, şi anume : în S.T.A.S., U.N.I. (Italia) şi A.P.I. (S.U.A.) se precizează că se va lua în considerare presiunea maximă de regim a gazului în kgf/cm². Normele germane (D.I.N.) indică valoarea presiunii maxime de lucru, iar pentru cazul conductelor din instalaţii tehnologice care respectă condiţia $L \leqslant 500$ *de* se ia în considerare presiunea pulsatorie maximă, determinată după cum urmează :

$$p_{max} = \varphi p, \qquad (2)$$

în care :

p este presiunea de serviciu, kgf/cm² ;

φ — factor de impuls numai pentru conducte cu $L \leqslant 500$ *de*

$$\varphi = 1 + \frac{w\delta}{Bp}$$

în care :

ω este viteza de curgere, m/s ;

ρ — densitatea fluidului, kgs²/m⁴ ;

B — f (caracteristicile închiderii robinetelor) ;

$B = 25$ — închidere rapidă

$B = 50$ — închidere normală

$B = 75$ — închidere neetanşă

Normele sovietice (GOST) recomandă stabilirea presiunii de calcul la nivelul presiunii normate de lucru în conductă, amplificată cu un coeficient de suprasarcină a cărui valoare este de 1,1 la 1,15.

În ultima vreme într-o serie de ţări dezvoltate sînt aplicate experimental noi metodologii de probare a conductelor care prevăd presiuni superioare celei de regim, mai precis la nivelul sau chiar peste limita de curgere.

În acest mod, la care se adaugă prelungirea duratei probei de rezistenţă pînă la 24 ore, se măreşte gradul de siguranţă al exploatării prin depistarea şi diminuarea defectelor nedetectate atît în urma controlului vizual, cît şi instrumental. Este vorba de toate defecţiunile care au putut lua naştere fie în procesul de fabricaţie al materialului tubular, fie în decursul transportului, manipulării sau asamblării acestuia.

Aplicînd sistemul expus, materialul de bază al ţevilor este adus în cursul probei pînă la starea de plasticitate, ceea ce determină apariţia de deformaţii permanente în zonele ori în punctele în care există aşa-zisele „crăpături critice" (8), care sînt de fapt crestături sau chiar fisuri ascunse.

A.2. *Greutatea proprie a conductei*

Încărcarea datorată greutăţii ţevii se determină astfel :

$$G_t = \pi r t \gamma_t, \ [kg/m] \qquad (3)$$

în care :

γ_t este greutatea specifică a materialului ţevii, kg/m³ ;

Celelalte notaţii sînt cele cunoscute.

A. 3. *Greutatea pămîntului de deasupra conductei*

La conductele îngropate presiunea pămîntului se dispersează aproape uniform pe semiperimetrul superior al conductei; de aceea în peretele conductei se nasc tensiuni încovoietoare de mărimi diferite. Felul și calitatea umplerii influențează și în final determină mărimea presiunii pe creastă.

În majoritatea cazurilor distribuția încărcăturii este de așa fel, încît pe creastă și în punctele de sprijin apar cele mai mari presiuni provocate de greutatea pămîntului.

Presiunea maximă acționează pe generatoare de sprijin și o depășește pe cea de pe creastă cu greutatea porțiunii de conductă plus greutatea fluidului din interior.

Conductele alcătuite din țevi de oțel se deformează elastic, cedînd la încercări, așa încît apare o comprimare a pămîntului în zonele adiacente. În acest fel se produce o reacție din partea solului, care se opune deformării și solicitărilor exterioare.

Mărimea acestei reacțiuni depinde de adîncimea îngropării conductei și de calitatea umplerii șanțului. Distribuția încărcăturii este favorabilă cînd îngroparea se realizează uniform, șanțul este umplut corect și cînd pămîntul se comprimă de-a lungul și împrejurul pereților conductei. După felul încărcării se nasc tensiuni de încovoiere în peretele țevii care ating pe creastă valoarea maximă. Adesea această valoare a tensiunii de încovoiere se calculează în vederea comparării și asigurării împotriva deformațiilor plastice.

Trebuie remarcat faptul că deformarea plastică a materialului tubular nu dăunează funcționării conductei. De obicei, țevile se ovalizează în timp; în consecință se comprimă pămîntul de pe părțile laterale și o dată cu aceasta crește contrapresiunea pînă cînd presiunea de pe creastă devine egală cu cea de împingere.

Pentru un metru de conductă încărcarea provenită din greutatea prismei de pămînt de deasupra țevii se determină cu relația:

$$P_p = \gamma_p \; H \; 2r\alpha, \text{ (kg/m.l.)} \qquad (4)$$

în care:

γ_p este greutatea specifică a pămîntului, kg/m³;
H — înălțimea de umplere cu pămînt, m;
r — raza conductei, m;
α — factor modificat de încărcarea cu pămînt determinat după Marston, în funcție de categoria solului, înălțimea și lățimea șanțului. Pentru condiții optime ale șanțului

$$\alpha = 0{,}2 - 1{,}0$$

A. 4. *Încărcarea datorită fluidului de curgere*

Valoarea și importanța pentru calcule a acestei încărcări este determinată, în exclusivitate, de natura fluidului vehiculat sau, mai precis, de densitatea acestuia.

Bineînțeles că în cazul gazului metan, care are $\rho = 0{,}554$ (aer=1), influența acestui factor este extrem de redusă. Totuși, acolo unde conductele traversează zone cu diferențe de altitudine apreciabile supuse probei hidrostatice, este recomandabil să se țină seamă și de această încărcătură, care poate fi stabilită cu relația:

$$P_f = \pi r^2 \gamma_F, \text{ (kg/m.l).} \qquad (5)$$

în care:

γ_F este greutatea fluidului de umplere, kg/m³
r — raza conductei, m.

A. 5. *Încărcarea datorată circulației pe suprafața solului*

Este îndeobște cunoscut faptul că în majoritatea cazurilor calculul grosimii pereților conductelor se face la presiunea maximă interioară. O dimensionare la presiunea exterioară adesea nu este necesară, pentru că grosimea stabilită în funcție de presiunea interioară este satisfăcătoare și pentru cerințele unei solicitări exterioare.

De asemenea, este bine cunoscut că după calcul materialul tubular se alege de obicei la dimensiuni nominale superioare, în concordanță cu sortimentele fabricate.

Practica demonstrează că pentru conducte așezate în pămînt este acoperitor, pentru a rezista la solicitări exterioare normale, să se considere grosimea peretelui 1% din diametrul conductei.

Dacă se alege un perete mai subțire decît cel reieșit din calcul sau survin condiții speciale, ca: îngroparea adîncă a conductei, încărcări accidentale extraordinare datorită transportului terestru, așezări în ape adînci a conductelor, se va efectua un calcul la solicitarea provenită din presiunea exterioară și se va verifica dimensionarea după acesta.

Pentru conductele montate în condiții normale, dar în regiuni unde există suprafețe de teren circulate, încărcarea se stabilește cu relația:

$$P_c = \varphi \; P_s p 2r, \text{(kg/m)} \qquad (6)$$

în care:

φ este coeficient pentru sarcini dinamice (de șoc);
P_s — presiunea specifică pentru solicitarea 1 t/roată după Boussinesg—Frölich, kg/m²;
P — factor de încărcare pentru o roată;
r — raza țevii îngropate, m.

Este de la sine înțeles că această solicitare se introduce în calcul numai atunci cînd nu s-a

prevăzut protejarea conductei cu tuburi de protecţie sau cînd trebuie verificate acestea.

Calculul unei conducte numai la presiunea exterioară

În activitatea curentă se întîlnesc situaţii cînd asupra unei conducte se exercită solicitări exterioare considerabile, care la un moment dat ajung la aşa-zisa „presiune critică" care provoacă turtirea ţevilor. La calculul de rezistenţă la turtire se face o distincţie netă între domeniul elastic şi cel plastic. În domeniul plastic principalul rol este jucat de rezistenţa materialului — limita de curgere. Delimitarea celor două domenii nu este precis stabilită; ea se determină prin raportul diametrului la grosimea peretelui conductei. Pentru conducte obişnuite, acest raport se încadrează în domeniul elastic.

În cazul încărcăturilor exterioare superioare presiunii din interiorul conductei, se calculează grosimea peretelui conductei, evitînd pericolul turtirii şi ţinînd seama numai de presiunea exterioară, după cum urmează :

$$t = d_e \sqrt[3]{\frac{(1-\nu^2)P_a S}{2E}} \text{ (mm)} \qquad (7)$$

în care :

d_e este diametrul exterior al conductei, mm ;
P_a — suprapresiunea exterioară, kg/cm² ;
E — modulul de elasticitate pentru oţel, $E = 2{,}1 \cdot 10^6$, kg/cm² ;
ν — coeficient de contracţie transversală pentru oţel = 0,3 ;
S — coeficient de siguranţă contra turtirii = min 3.

Evitarea turtirii conductelor din oţel se obţine prin calculul grosimii minime a peretelui ţevii la solicitările exterioare, folosind formula simplificată :

$$t = 0{,}0087 \quad d_e \sqrt[3]{P_a} \text{ (mm)} \qquad (8)$$

Această relaţie se poate utiliza pentru orice conductă la care presiunea interioară este inferioară presiunii exterioare, ca, de exemplu, la conductele pozate sub talvegul fluviilor, sub fundurile de mare, sub căile rutiere circulate etc.

Este indicat să se ia în consideraţie întreaga valoare a presiunii exterioare şi nu diferenţa dintre aceasta şi cea interioară, întrucît presiunea interioară nu are o valoare constantă.

B. La pozarea conductelor profilul acestora urmăreşte configuraţia suprafeţei terenului, aşa încît sub greutatea proprie conducta este supusă încovoierii în plan vertical.

Pentru a se ţine seama de toate încărcările care acţionează în acelaşi sens cu greutatea ţevii, la determinarea solicitării de încovoiere se ia în calcul momentul încovoietor maxim al peretelui conductei, ce se calculează cu ajutorul încărcării de pe creastă (P_{tot}).

Majoritatea autorilor recomandă folosirea metodei de calcul a lui Marguardt pentru ţevi rigide.

Conductele din oţel posedă în această situaţie, date fiind posibilităţile certe de deformare, o siguranţă sporită.

În principiu se întrebuinţează cazul III de încărcare, care constă în a considera pe creastă o încărcare perpendiculară, uniform distribuită, iar pe talpă o încărcare radială pe grosimea ţevii, distribuită sub formă de cosinusoidală, rezultată din însumarea contrapresiunilor. Ţinînd seama de aceste solicitări, momentul încovoietor maxim pentru lungimea unitară de un metru conductă este :

$$M_{i\,max} = 0{,}114 \quad P_{tot} \cdot r\,(1 - \lambda), \text{ (kgm/m)} \qquad (9)$$

în care :

r este raza ţevii, m ;
λ — factor de susţinere a umpluturii laterale, care după felul solului variază între 1/3 şi 2/3.

Presiunea totală este de fapt suma presiunilor tratate la pct. A, şi anume :

$$P_{tot} = \Sigma P = P_p + P_c + P_f + P_l \qquad (10)$$

Tensiuni şi eforturi unitare

Cunoaşterea tensiunilor este deosebit de importantă, deoarece grosimea peretelui ţevii calculate trebuie verificată la toate tensiunile care se dezvoltă şi acţionează asupra conductei, atît în timpul construcţiei, cît şi al exploatării.

Aşa după cum s-a arătat la pct. A.1., presiunea interioară produce, de asemenea, eforturi unitare de întindere egale cu $\mu\,\sigma_u$,

μ fiind coeficientul lui Poisson ($\mu = 0{,}3$ pentru oţel), iar $\sigma_u = \frac{P_i D_i}{2t}$ — efortul inelar din peretele ţevii.

Pe lîngă eforturile longitudinale de întindere generate de presiunea interioară în materialul conductelor, apar şi alte tensiuni produse de celelalte solicitări, şi anume :

a. Tensiunea încovoietoare maximă care se calculează cu formula :

$$\sigma_{i\,max} = \frac{M_{i\,max}}{\omega} \text{ (kgf/cm²)} \qquad (11)$$

Momentul încovoietor maxim al unei grinzi încastrate şi încărcată uniform este :

$$M_{i\,max} = \frac{P_T}{12} \text{ (kg. cm)}$$

în care:

P_T este presiunea totală de pe creastă, kg;
L — distanța dintre cele două puncte de sprijin, cm;
$\omega \cong 0{,}83\ dm^2\ \delta\ (cm^3)$ — modulul de rezistență al țevii

$$dm = \frac{De + di}{2};\quad \delta = \frac{De - di}{2};$$

$$\sigma_{i\,max} = \frac{M_{i\,max}}{0{,}83\,dm^2 \cdot \delta} = \frac{Pr \cdot l}{10\,dm^2\,\delta} \qquad (12)$$

Pentru stabilirea tensiunii totale σ_T se va ține seama și de tensiunile inelare σ_u stabilite pe baza relației arătate. Prin urmare:

$$\sigma_T = \sigma_{i\,max} + \sigma_u, \text{ iar } \sigma_T < \sigma_c \qquad (13)$$

Evident această tensiune totală trebuie să rămînă în permanență și cu siguranță sub criteriul de rezistență. În caz contrar se va majora grosimea țevii în așa fel, încît $\sigma_T < \sigma_c$. Atunci cînd înălțimea de acoperire a țevii nu este prea mare tensiunile normale din încărcarea pe creastă σ_i pot fi neglijate.

b. Tensiuni datorate greutății proprii. Dacă conducta este pozată înclinat, intervine componenta verticală a greutății țevii. În această situație apar tensiuni de întindere și de compresiune a căror valoare este obținută cu relația:

$$\pm\ \sigma = \frac{G_v}{F} \qquad (14)$$

în care:

F este secțiunea țevii, mm^2;
G_v — componenta verticală a greutății țevii datorită înclinării, kg.

Natura tensiunilor (de întindere sau de compresiune) este dictată de poziția punctului pe conducta înclinată dar fixă. Deasupra punctului fix predomină tensiunea de compresiune, pe cînd dedesubt tensiunea de întindere.

În cazul unei încastrări uniforme de către teren a conductei îngropate, efectele presiunii și ale greutății sînt anulate de frecarea în teren. În realitate conducta îngropată nu este uniform încastrată pe toată lungimea și, deci, în unele intervale vor acționa forțele menționate anterior.

c. Tensiuni termice. Această categorie de tensiuni depinde de următorii factori: adîncimea de îngropare, temperatura fluidului vehiculat și temperatura conductei în momentul montajului.

Întrucît conductele sînt practic încastrate în teren, ele nu se pot deforma și ca atare în metalul conductelor apar tensiuni axiale de întindere și compresiune. În cazul conductelor îngropate la adîncimea de 1,2 — 2 m, variațiile de temperatură ale peretelui conductei sînt mult mai puțin importante și depind de temperatura conductei în momentul coborîrii ei în șanț.

Valoarea tensiunilor termice produse într-o conductă construită rigid se află prin relația:

$$\sigma_t = \alpha_t\ E\ \Delta t\ (kg/cm^2) \qquad (15)$$

în care:

α_t este coeficient de dilatație liniară, pentru oțel $= 1{,}2 \cdot 10^{-5}$, cm/cm°C;

$$\Delta t = t_1 - t_2;$$

t_1 — temperatura din momentul îngropării, °C;
t_2 — temperatura finală a peretelui conductei, °C.

Cînd $t_2 < t_1$, în conductă vor apărea tensiuni axiale de întindere și invers, dacă $t_2 > t_1$, vor apărea tensiuni axiale de compresiune. Tensiunea produsă într-un element de țeavă la o variație de temperatură de 1°C este $\sigma_t = 25{,}2$ kgf/cm^2.

d. Tensiunea după tangentă, datorată ovalității țevii și variației grosimii peretelui. Indiferent dacă ovalitatea este simetrică sau asimetrică, sub acțiunea presiunii exterioare uniforme, care poate ajunge la o anumită valoare critică, țeava se turtește.

Standardele din U. R. S. S. admit ovalitatea simetrică de maximum 0,015, iar normele A. P. I. pînă la 0,01, fără a se permite variații de grosime.

e. Tensiunile longitudinale. Acestea apar în conducte ca rezultat al deformării solului, deformări provocate de exploatările miniere zonale. Același efect îl pot avea alunecările, ruperile sau prăbușirile de straturi, care sînt în funcție de litologia, tectonica stratelor superficiale și morfologia terenului.

Experiența acumulată arată că în condițiile asigurării unei rezistențe a sudurilor egală cu cea a corpului țevii, fapt perfect realizabil, eforturile axiale de întindere nu influențează starea tensiunii-limită a conductelor. Iată de ce la calculul conductelor îngropate tensiunile axiale nu se iau în seamă, întrucît tehnologia modernă a sudurii automate sau manuale asociată cu metodele de control calitativ nedestructiv al cordoanelor dau posibilitatea asigurării unei egale rezistențe a îmbinărilor transversale.

Întrucît aceste tensiuni sînt aleatorii și au valori mici, apare necesitatea stabilirii lor numai în cazuri speciale, iar atunci se va calcula ipoteza tensiunilor de forfecare.

Tensiunile longitudinale suplimentare pot fi neglijate dacă însumarea acestora cu tensiunile axiale datorate presiunii interioare nu depășesc tensiunile tangențiale maxime sau tensiunile radiale minime.

f. Tensiunea rezultantă. În situaţia tensiunilor multiple şi de diferite sensuri, se stabilesc tensiunile totale după cele trei direcţii.

Ponderea cu care aceşti factori influenţează ruperea elementului de ţeavă şi care dintre ei este hotărîtor este o chestiune încă în studiu. Actualmente aprecierea solicitării materialului se face prin intermediul unei tensiuni comparative, care se determină din tensiunile principale, după o ipoteză a solicitării maxime care constituie însăşi teoria de rezistenţă adoptată. Se consideră drept fundamentale ipoteza efortului tangenţial maxim şi ipoteza energiei de deformaţie.

Prin încercări s-a constatat că în ambele ipoteze există o modalitate de comparaţie suficient de bună a coeficientului calităţii materialului între solicitarea în starea tensiunilor triaxiale şi încercarea întinderii monoaxiale.

Condiţiile impuse de cele două ipoteze sînt :

1. *Ipoteza efortului unitar tangenţial maxim* (*Mohr*)

$$\sigma_v = \sigma_{max} - \sigma_{min} \qquad (16)$$

2. *Ipoteza energiei de deformaţie* (*Huber*) :

$$\sigma_v = 0{,}71 \sqrt{(\sigma_1-\sigma_2)^2+(\sigma_2-\sigma_3)^2+(\sigma_3-\sigma_1)^2} \qquad (17)$$

în care :

σ_v este tensiune comparativă ;
$\sigma_1 = \sigma_u$ — tensiune tangenţială sau periferică ;
$\sigma_2 = \sigma_a$ — tensiune axială ;
σ_{ad} — rezistenţa admisibilă ;
$\sigma_3 = \sigma_T$ — tensiune radială ;
C — coeficient de siguranţă.

În ipoteza tensiunii de forfecare, în majoritatea cazurilor :

$$\sigma_{max} = \sigma_1 = \sigma_u \text{ şi } \sigma_{min} = \sigma_3 = \sigma_r$$

Compararea formulelor şi a coeficienţilor de calcul din diferite ţări

1. Spre deosebire de celelalte ţări, în U.R.S.S. calculul conductelor se face după metoda primei stări—limită, care determină capacitatea portantă, ce depinde de rezistenţa la rupere a metalului din care este confecţionat materialul tubular. Numai în cazul în care raportul $\frac{\sigma_c}{\sigma_r}$ este scăzut se recomandă efectuarea unui calcul de control după limita de curgere, în scopul preîntîmpinării dezvoltării unor deformaţii inadmisibile.

După normele GOST condiţia de calcul este exprimată de inegalitatea care arată că efortul trebuie să fie mai mic sau cel mult egal cu capacitatea portantă a conductei.

$$n\, PD_i \leqslant 2s\, \sigma_r\, k m_1 m_2 \qquad (18)$$

Grosimea peretelui ţevii se stabileşte cu formula :

$$s = \frac{n\, P\, D_i}{2k\, m_1 m_2\, \sigma_r} = \frac{n\, P\, D_e}{2(\sigma_r k m_1 m_2 + nP)} \text{ (cm)} \qquad (19)$$

Aplicînd condiţia deformaţiilor-limită, grosimea peretelui ţevii este determinată cu relaţia :

$$s = \frac{n\, P\, D_i}{2\,(0{,}9\, \sigma_c + n\, P)} \text{ [cm]} \qquad (20)$$

Din valorile obţinute prin aplicarea succesivă a celor două formule se alege grosimea de perete cea mai mare.

Semnificaţiile notaţiilor sînt :

P — presiunea de lucru, kgf/cm ^{2} ;
n — coeficient de suprasarcină ;
D_i — diametrul interior al ţevii, cm ;
D_e — diametrul exterior al ţevii, cm ;
k — coeficient de omogenitate ;
m_1 — coeficientul condiţiilor de lucru a metalului ţevii ;
m_2 — coeficientul condiţiilor de lucru a conductei ;
σ_r — rezistenţa la rupere a oţelului, kgf/cm ^{2}.

În conformitate cu metoda de calcul admisă, coeficientul de siguranţă este egal cu 2,0 pentru partea liniară a conductei şi cu 2,4 pentru traversări sau alte porţiuni importante sau cu răspundere deosebită — categoria I şi II de conducte după normativele sovietice.

2. Grosimea peretelui se determină în cazul aplicării normelor ASA B. 31.3—1966 după relaţia :

$$t = \frac{P\, D}{2\, S\, F\, E\, T} \text{ (in)} \qquad (21)$$

în care :

P este presiunea de proiectare, psig ;
D — diametrul nominal exterior al conductei, in ;
S — limita minimă de curgere a materialului de bază, Psi ;
F — coeficient de calcul în funcţie de tipul construcţiei ;
E — factorul de rezistenţă al îmbinărilor longitudinale ;
T — factorul de temperatură.

Presiunea de proiectare a conductei este limitată astfel :

a) în cazul ţevilor sudate în cuptor de forje, nu trebuie să depăşească 60 % din presiunea de probă uzinală ;

b) pentru toate celelalte conducte, indiferent de tehnologia de fabricaţie, nu va depăşi 85 % din presiunea de încercare în uzină.

Nu se prevăd adaosuri la grosimea peretelui pentru cazurile în care conducta străbate terenuri cu grad de agresivitate scăzut sau cînd

conducta este izolată și protejată catodic. În toate celelalte cazuri, grosimea peretelui se mărește cu 1,27 mm pentru coroziunea exterioară și cu 1,9 mm pentru coroziunea interioară. Se admite ca fiind necorosiv orice gaz al cărui punct de rouă este întotdeauna mai mic decît temperatura conductei.

După normele americane se permite montarea de conducte de înaltă presiune chiar și pe străzile metropolelor cu construcții multietajate și trafic intens. De exemplu la New York, în partea centrală spre Manhatan, este montată o conductă avînd D = 600 mm și P = 60 atm, care traversează rîul Goadsone. Grosimea peretelui se majorează în funcție de zona sau de categoria de teren în care se pozează conducta. Normativul definește doi indici de densitate a populației și patru categorii de terenuri.

3. Calculul grosimii de perete are la bază, după prevederile D.I.N. Nr. 2413, relația :

$$S = S_0 + C_1 + C_2 \qquad (22)$$

în care :

S_0 este grosimea teoretică, mm ;
C_1 — adaosul pentru rotunjirea abaterii în minus la grosimea țevii, mm ;
C_2 — adaosul pentru coroziune și uzură, mm.

Valorile elementelor componente se determină sau au mărimile :

$$S_0 = \frac{d_e\, p_{max}}{200\, v \dfrac{k}{s}} \qquad (23)$$

în care :

P_{max} este presiunea maximă de lucru, kgf/cm² ;
d_e — diametrul exterior al țevii, mm ;
v — coeficient de calitate al cordonului de sudură pentru țevi sudate :
k — limita de curgere, kg/cm² ;
$k = c, \Gamma \sigma_i$ — în cazul oțelurilor netratate termic ;
$k = 0{,}8\ \sigma_i$ — în cazul oțelurilor tratate termic.

Valoarea lui S este variabilă, depinzînd pe de o parte de categoria traseului, iar pe de altă parte de existența certificatului de calitate al uzinei producătoare.

4. După normele italiene, grosimea de perete a unei conducte de transportat gaz se determină cu relația :

$$t = \frac{p\, D_e}{200\, s}\,(\text{mm}) \qquad (24)$$

în care :

p este presiunea maximă de lucru, kgf/cm² ;
D_e — diametrul exterior, mm ;
$S = \dfrac{Rs}{K} = \dfrac{\text{rezistența minimă la curgere}}{\text{coeficient de siguranță}}$
$K = 2$ pt. conducte de tipul I
$K = 4$ pt. conducte de tipul II
$K = 4$ pt. conducte de tipul III a
$K = 5$ pt. conducte de tipul III b

5. După normele R. P. Polone pentru calculul de rezistență al conductelor de gaze se pleacă de la expresia :

$$S = \frac{p\, D\, C}{200\, VK} + C_1 + C_2\,(\text{cm}) \qquad (25)$$

în care :

C este coeficient de siguranță ;
v — coeficient de siguranță care ține seama de rezistența slăbită a îmbinărilor sudate V = 0,7 — 0,9 ;
K — limita de curgere, kg/mm² ;
$C_1 C_2$ — adaosuri pentru coroziune.

Se observă că drept criteriu de rezistență se folosește limita de curgere a oțelului. De asemenea, se introduce coeficientul calității sudurilor (0,7 la 0,9), ceea ce conduce la creșterea grosimii peretelui cu 10—30%, sporind corespunzător consumul de metal.

În ceea ce privește aplicarea coeficientului C_1 și C_2 trebuie avut în vedere faptul că protecția anticorosivă a metalului prin mărimea grosimii peretelui este măsura cea mai neeficientă din punct de vedere tehnico-economic.

Conform prescripțiilor în vigoare din R. D. G., calculul conductelor se face cu o formulă asemănătoare relației (25), cu deosebirea că coeficientul V este 0,85 — 0,9.

6. În R. P. Ungară se întrebuințează o relație de calcul analoagă cu cea din R. P. Polonă, însă cu precizările : coeficientul de siguranță al limitei de curgere se stabilește diferențiat după categoria fiecărui sector de conductă :

Categ. I zone nepopulate C = 1,4 ;

Categ. a II-a, centre populate apropiate de traseu la 100—200 m C = 1,7 ;

Categ. a III-a, centre populate situate față de traseu sub 100 m, C = 2 ;

Categ. a IV-a, traversări de aglomerații rurale-urbane, căi ferate sau drumuri C = 2,5.

Coeficientul de siguranță al rezistenței inegale al sudurii bilaterale este acceptat ca fiind V = 0,9.

Se observă ușor că în această țară se admite un nivel mult mai înalt al stării de tensiune în porțiunea liniară a conductei de gaze.

Comparînd relațiile de calcul adoptate de diferite normative, interesează în final coeficientul de siguranță utilizat de fiecare țară, întrucît influențează major consumul de metal. În afară de Uniunea Sovietică, în toate celelalte țări calculul conductelor se face după metoda tensiunilor admisibile, care are la bază limita de curgere introdusă în formulă cu coeficienți de siguranță corespunzători.

Aproape în toate țările, cu excepția U.R.S.S., a S.U.A. și a Franței, în formulele de calcul se introduce un coeficient care ține seama de rezistența scăzută a sudurii față de corpul țevii, adică se consideră că cordoanele constituie elemente slăbite ale conductei. În afară de

acestea în multe țări, mai puțin U.R.S.S. și Franța, normele de calcul impun mărimea grosimii pereților în scopul creșterii siguranței la coroziune.

Din cele expuse anterior reiese că în realitate, relațiile de dimensionare nu pot cuprinde complexul de fenomene legate de calculul la rezistență al conductelor de transportat gaze.

Ca element comun tuturor relațiilor se desprinde teoria de rezistență, care stă la baza calculului, și anume teoria tensiunilor normale maxime. Calculul conductelor se face după o formulă similară cu cea întrebuințată la dimensionarea cazanelor, neluîndu-se în considerație toate încărcările cu caracter permanent sau accidental și enumerate în cadrul capitolelor precedente.

Pentru a compara mai clar metodele de calcul utilizate în diferite țări, în tabela 1 sînt redate grosimile de perete calculate în cazul unei conducte ipotetice executată din două mărci de oțel avînd Dn = 720 mm și Pn 55 atm .

Așa cum rezultă din această tabelă, grosimile determinate după normele unor țări, ca ; Polonia, R. F. a Germaniei, R. D. G. și Ungaria sînt cu 25 — 40 % mai mari decît în U.R.S.S., S.U.A., și Franța.

Totodată este lesne de observat că grosimile stabilite pentru condițiile specifice din U.R.S.S. și S.U.A. sînt cu 10 — 25 %, respectiv 23 %, inferioare celor uzitate în țara noastră.

Nu poate fi încheiată această comparație, fără a arăta că în ultima vreme industria metalurgică a făcut progrese esențiale pe linia diversificării producției de țevi, atît sub aspect dimensional, cît și al materialului. Astfel, materialul tubular produs are o gamă tot mai largă de grosimi de perete și a început să fie executat din oțel slab aliat (de pildă X 60 și X 52). Totodată, trebuie avut în vedere faptul că oțelurile slab aliate, din care se confecționează țevile, nu au o limită de curgere fizică și, de aceea, conform normelor din S.U.A., limita de curgere se determină după deformațiile relative egale cu 0,5 %, în timp ce în U.R.S.S. se ia 0,2 %.

Stabilirea grosimii pereților prin calcul mecanic și alegerea dimensiunilor materialului tubular este partea care implică răspunderea cea mai mare din întreaga proiectare a unei conducte. Din cele expuse rezidă importanța și atenția deosebită care trebuie acordată calculului de rezistență dar, mai ales, determinării rezistențelor admisibile.

Mărimea coeficienților de siguranță și prin urmare grosimea pereților materialului tubular este influențată fundamental de doi factori :

1. Tehnologia de montaj aplicată în construcția conductelor magistrale. În acest sens, un rol aparte este deținut de executarea îmbinărilor sudate, care, în cazul în care nu există dispozitive de calibrare, centraj și mașini automate de sudură, sînt realizate frecvent cu secțiuni de rezistență inferioare celor rezultate din calcul. Pe aceeași linie se înscrie confecționarea curbelor, care, dacă se fac la cald, practicînd guși echidistante și nu sînt prestate la rece, prezintă un pericol permanent de rupere. De asemenea, se menționează respectarea temperaturii de montaj, transportul și manipularea țevilor în condiții corespunzătoare pentru evitarea ovalizărilor ș.a.

2. Consecințele economice — sociale ale ruperilor urmate de explozii și incendii. În scopul îmbunătățirii situației existente, într-o primă etapă se impune modificarea „Normativului departamental de proiectare a conductelor de transportat gaze combustibile" — prin introducerea coeficienților de siguranță diferențiați pe categorii de trasee, corespunzători celor întrebuințați pe plan mondial.

3. Formula de dimensionare a grosimii peretelui de conductă actuală (1) se poate scrie sub forma :

$$t = \frac{p_{max}\, de}{200\, F\, C_1\, \sigma_c} + C_2\,(mm) \qquad (26)$$

În această formulă elementele de bază sînt deja cele arătate, iar pentru coeficienții C_1 și C_2 se propun valorile :

		Categoria traseului I	Categoria traseului II
C_1 <	fără certificat de calitate	0,5	0,55
	cu certificat de calitate	0,58	0,63
$C_2 = 0{,}25$ mm în cazul cînd		$t \leqslant 3$ mm	
$C_2 = 0{,}35$ mm în cazul		$10 \geqslant t > 3$	
$C_3 = 0{,}56$ mm pentru		$t > 10$ mm	

Prin introducerea acestui mod de calcul și utilizarea oțelurilor slab aliate, în construcția conductelor de transportat gaze cu Dn ⩾ 16 in se poate obține în final o reducere cu aproape 7 % a greutății materialului tubular.

Această acțiune ar urma să fie asociată cu o serie de măsuri privind îmbunătățirea calității

TABELA 1

Calitatea de oțel kgf/cm²	U.R.S.S.	S.U.A.	Franța	R.F. a Germaniei și R.D.G.	Italia	R.P. Polonă	R.P. Ungară	R.S. România
3 800/4 800	8,0	7,1	7,3	9,5	10,4	10,9	8,9	8,7
3 500/5 000	7,6	7,7	7,7	10,4	11,3	11,0	9,3	9,5

lucrărilor de construcţii-montaj conducte, îndeosebi în ceea ce priveşte dotarea formaţiunilor de lucru cu utilaje adecvate pentru realizarea corectă a transportului, manipulării, centrajului, asamblării, izolării şi sudării ţevilor şi tronsoanelor.

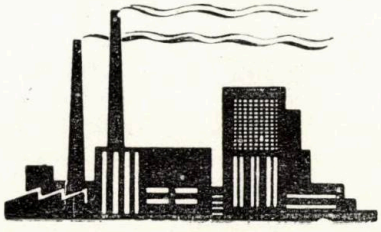
Pentru obţinerea rezultatelor scontate, trebuie conjugat şi efortul producătorilor de material tubular pe linia probării uzinale, eliberării certificatelor de calitate şi încadrării în toleranţele realizabile la nivelul tehnicii actuale.

Materialul prezentat nu are pretenţia de a rezolva definitiv chestiunea abordată, ci numai de a releva importanţa deosebită pe care o prezintă reanalizarea şi definitivarea unei metodologii de calcul în concordanţă cu realizările producţiei moderne de ţevi şi posibilităţile tehnologice de montaj a conductelor adaptate la specificul fiecărui traseu.

Pentru fundamentarea pe baze ştiinţifice a calculelor inginereşti, în viitor va fi necesar să se dezvolte activitatea de cercetare în direcţia calculării la rezistenţă a conductelor după metoda stărilor-limită, care să fie completată cu coeficienţi de siguranţă care să încadreze fiecare situaţie concretă de amplasament, material sau condiţii de lucru. În acest mod se pot reflecta mai bine condiţiile de funcţionare a conductelor, utilizarea corectă a capacităţii portante, obţinerea unor construcţii de egală rezistenţă şi asigurarea unor apreciabile economii de metal.

BIBLIOGRAFIE

1. Pavel, A. Materiale şi rezistenţe admisibile folosite în construcţia de utilaje pentru industria petrolieră prelucrătoare şi petrochimică — Bucureşti, 1967.
2. Kamerştein, A. G. Rojdestvenski, V. V., şi Pucinski, M. N. Rasciot turboprovodov na procinosti, Moskva, 1962.
3. * * * Gas Transmission and Distribution Piping Systems. USAS B 31. 8 — 1968.
4. * * * Phoenix — Leitungsrohre Rhein rohr. Düsseldorf, 1964.
5. * * * Rasciot magistralnâh gazoprovodov na procinosti. Moskva, 1963.
6. Dragotescu, M., Ghiliceanu, M., Oniceanu, V. şi Vasilache, M. Transportul prin conducte a ţiţeiului, gazelor şi produselor petroliere. Bucureşti, 1961.
7. Matelică, L. Metode de calcul la rezistenţă a conductelor de gaz. Referat prezentat la sesiunea I.P.F.E., 1964.
8. Rosen, V. I. Consideraţii asupra efectuării probei hidraulice a conductelor de ţiţei şi gaze. În : Petrol şi gaze, nr. 7, 1971.
9. Kortunov, A. K., Korsunov, C. şi Kuznecov, P. L. Gazovaia promîşlenosti soedinenîh statov Ameriki, Moskva, 1965.



DOCUMENTARE

* * * **Două noi zăcăminte de petrol în zona Britanică a Mării Nordului.** În : Pétrole information nr. 1 241, 1972.

Shell şi Esso au descoperit recent două noi zăcăminte de petrol în zona britanică a Mării Nordului, Brent la circa 160 km la nord-est de insulele Shetland şi Cormorant în imediata apropiere. Zăcămîntul Brent se găseşte într-un strat de gresii din jurasic. Rezervele recuperabile sînt evaluate la 150 mil.t şi producţia maximă prevăzută este de 15 mil.t/an.

Brent este al şaselea zăcămînt de petrol descoperit în zona britanică a Mării Nordului şi Cormorant al şaptelea (dacă nu este o prelungire a lui Brent, ceea ce ar face acest zăcămînt de o deosebită importanţă). În total se poate spera la o producţie de 50 mil. t/an începînd din 1975 — 1976 şi, în 1980, o producţie de 75 mil. t/an, ţinînd seamă şi de descoperirile ce vor urma în urma lucrărilor de seismică.

În prezent Marea Britanie dispune de două zăcăminte de talia lui Ekofisk, avînd fiecare cel puţin 150 mil. t rezerve recuperabile. Primul zăcămînt descoperit a fost Forties care ar trebui să dea cel puţin 180 mil.t cu un procent de recuperare de 25%. AUK ar trebui să producă numai 2 250 000 t/an. Celelalte zăcăminte ale căror rezerve nu au fost evaluate. inclusiv AUK, vor putea produce cel puţin 15 mil.t/an.

* * * **Nou zăcămînt de petrol în Marea Nordului.** În : Pétrole informations, nr. 1242, 1972.

Phillips Petroleum a anunţat descoperirea unui nou zăcămînt în zona norvegiană a Mării Nordului, la circa 12 km la sud-vest de Ergfisk. Două straturi de grosime totală de 85 m, situate la o adîncime de peste 3 050 m în danianul inferior şi cretaceul superior (ca şi celelalte zăcăminte descoperite în această zonă) au dat un debit de 1000 t/zi petrol de 38°API. Producţia acestei sonde este estimată la cel puţin 1 500 t/zi.

Această descoperire este interesantă şi prin apropierea ei de Ekofisk şi de Ergfisk ceea ce ar înlesni exploatarea ei dacă se va confirma existenţa unui zăcămînt exploatabil din punct de vedere comercial.

Este probabil că se va construi o conductă submarină de transport al petrolului plecînd de la Ekofisk pînă la coasta de nord-est a Marei Britanii. Această conductă ar necesita investiţii de 400 mil. de lire sterline, dintre care 100 mil. pentru terminalul de pe ţărm, dar ar fi rentabilă, întrucît zăcămintele din zona norvegiană a Mării Nordului pot da o producţie de 30 mil. t/an.

Solodki, K. M. ş. a. **Cu privire la calculul componentei părţii de jos a garniturii de foraj pentru prevenirea devierii sondelor săpate cu masa.** În : Nefteanoe hozeaistvo, **50**, nr. 8, aug. 1972, p. 10.

În prezent, pentru a preveni devierea sondelor se utilizează diferite variante de alcătuire a părţii de jos a garniturii de foraj.

Poziţia optimă a elementelor de centrare se alege pentru a obţine la sapă o forţă maximă, care tinde să aducă la verticală gaura sondei. Componentele părţii de jos a garniturii de foraj, bazate pe principiul firului cu plumb, asigură un unghi minim de deviere de la verticală în cadrul condiţiilor geologice complexe, numai la apăsări reduse pe sapă.

În lucrare se prezintă metoda de calcul pentru componente rigide ale părţii de jos a garniturii la forajul cu masa, urmărind prin aceasta nu prevenirea, ci corectarea devierii găurii. Particularităţile principale ale acestui mod de calcul constau în aplicarea noului criteriu, care asigură o deviere minimă de la verticală şi considerarea acţiunii elastice reciproce dintre componenta rigidă şi garnitura de prăjini grele aflată deasupra ei.

Samedov, R. A. ş. a. **Cu privire la mărirea eficienţei operaţiilor de torpilare pentru degajarea garniturii de prăjini prinse.** În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeiastvo, **52**, nr. 7, iul. 1972, p. 15.

În articol se arată căile de aplicat pentru a mări eficienţa operaţiilor de torpilare ce se execută la degajarea garniturii de foraj prinse.

În scopul arătat, se subliniază necesitatea respectării în primul rînd a celor cinci condiţii principale obligatorii pentru reuşita operaţiei fără degradarea prăjinilor. Acestea sînt : rapiditatea instrumentaţiei ; operarea potrivit tipului de prindere ; determinarea rapidă a locului de prindere ; torpilarea fără degradarea prăjinilor ; măsurile organizatorilor adecvate operaţiilor de torpilare.

Se atrage îndeosebi atenţia asupra modalităţilor de operare pentru degajarea garniturii de foraj prinse, care trebuie să fie potrivite tipului de prindere şi cauzei care a provocat-o. După o analiză amănunţită şi atentă a unui număr mare de prinderi de prăjini produse, în ultimii ani s-a ajuns la constatarea că în general sînt cinci cauze principale care duc la prinderea garniturii de foraj, şi anume : ţinerea nemişcată peste timpul permis ; manşonarea cu înţepenire la extragere ; împănarea la introducere ; împănarea la corectare ; alte cauze.

Pentru fiecare tip de prindere produsă se recomandă aplicarea unei astfel de întinderi a garniturii de prăjini, care combinată cu acţiunea exploziei torpilei în zona de prindere să ducă la o eficienţă sporită în lichidarea prin torpilare a prinderilor garniturii de foraj în sondă.

Summers D. S. şi Henry R. L. **Tăierea cu jet de apă a rocilor sedimentare.** În : J. Petrol. Technol. iul. 1972, p. 797.

S-au efectuat experienţe asupra gresiei de Berca şi a calcarului de Indiana, utilizînd duze cu diametrul orificiului 0,023 — in (0,58 mm) şi presiuni de 5 000, 10 000 şi 20 000 psi (350, 700 şi 1 400 kgf/cm²). Duza a fost ţinută la o distanţă de 1 in (25,4 mm) de suprafaţa rocii, iar viteza lui laterală faţă de rocă a variat între 15 şi 505 ft/min (3,16 la 153,9 m/min). Experienţele au arătat că adîncimea şanţului format (tăieturii) variază direct proporţional cu presiunea şi pentru aceeaşi presiune este o funcţie crescătoare de diametrul duzei.

S-a scos în evidenţă şi avantajul de a disloca roca prin efectuarea de şanţuri prin acţiunea jetului hidraulic şi sfărîmarea mecanică a muchiilor dintre şanţuri, faţă de dislocarea pur hidraulică.

Cu o presiune de jet de 20 000 psi (1 400 kgf/cm²) şi sfărîmarea mecanică a muchiilor, utilizînd jeturi multiple şi o viteză de rotaţie de 540 rot/min s-a obţinut o viteză de avansare de 6,7 m/min sau 402 m/oră.

Pustovoitenko, I. P. ş. a. **Cu privire la accidentele tehnice de fund în cazul forării sondelor cu sape cu diamante.** În : Burenie, nr. 8, aug. 1972, p. 9.

Cunoscutele avantaje ale forajului cu sape cu diamante au contribuit la o utilizare largă a acestora, ceea ce a permis ridicarea indicatorilor tehnico-economici de foraj şi reducerea sensibilă a accidentelor provocate de ruperea sapelor.

În articol se prezintă o analiză a accidentelor produse la forajul cu sape cu diamante la sondele adînci. Astfel, dacă în general, în medie anuală, se produce un accident de fund la 13... 19 mii metri săpaţi, în cazul utilizării sapelor cu diamante, raportul este de 1 accident la 250 mii metri săpaţi.

Cele mai multe accidente (36% din numărul total) sînt provocate de prinderea sapelor ca urmare a ţinerii nemişcate a garniturii de foraj în dreptul orizonturilor permeabile şi productive, în ordine descrescătoare, urmează prinderile la introducerea sapei (26%) şi cele produse în timpul corectării găurii (20%).

În urma unei analize amănunţite a cauzelor fiecărui accident în parte, produs în cursul forajului cu diamante se fac recomandări concrete de prevenire.

Fertil, W. C. Timko D. J. **Cum afectează forajul temperaturile şi presiunile de la talpă.** I. În : World Oil, iun. 1972, 174, nr. 7.

Într-o serie de şapte articole se descriu toate aspectele determinării şi evaluării presiunilor de formaţiune, precum şi influenţa lor asupra forajului. În primul articol se discută cauzele presiunilor anormale — subnormale şi supranormale.

Cauzele presiunilor subnormale ar fi: efect de eroziune într-o parte a zăcămîntului, rehidratarea marnelor ridicate spre suprafață de la mare adîncime sau exploatarea unor zăcăminte de hidrocarburi. Mult mai importante și mai răspîndite sînt presiunile excepțional de mari, care sînt datorate numeroaselor fenomene. Printre cele mai importante ar fi:

— Sedimentarea rapidă, mai rapidă decît se pot disipa presiunile produse de acumularea de depuneri peste un strat depus.

— Activitatea tectonică — falieri, cutări, alunecări.

— Nivel de fluid piezometric. Nivel de fluid înalt ca în cazul apelor arteziene.

— Structura zăcămîntului. La acumulările în lentile sau anticlinale presiunile din partea de jos a structurii se transmit în partea de sus producînd presiuni anormale.

— Depunerea sării pe suprafețe întinse. Sarea fiind impermeabilă fluidele din formațiunile de sub sare nu au posibilitatea de a scăpa și pe măsura coborîrii depunerilor vor fi sub presiune anormală.

— Represurarea formațiunilor superficiale prin fluidele scăpate prin spatele coloanelor de la formațiunile adînci.

K u k s o v, A. K. ș. a. **Despre presiunea din porii inelului de ciment din spatele coloanelor de tubaj.** În: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeiastvo, **52**, nr. 7, iul. 1972, p. 19.

În articol se analizează factorii care contribuie la reducerea presiunii exercitată asupra fluidului din strat de coloana pastei de ciment împinsă în spațiul inelar al sondei.

Pasta de ciment este o suspensie sedimentară instabilă ale cărei proprietăți structurale și mecanice variază în timp. Astfel, îndată după preparare, ea posedă o oarecare rezistență în rețeaua sa structurală. Faptul permite autorilor să considere spațiul dintre particulele pastei drept spațiu de pori, care inițial se află în comunicație cu acela al colectoarelor stratului. Ținînd seama de procesul de sedimentare în spațiul inelar și de podire a particulelor solide, de forțele de interacțiune între componenta solidă și mediul înconjurător, precum și de rezistența legăturilor rețelei structurale în procesul de întărire a pastei de ciment, autorii stabilesc pe cale analitică și experimentală legea de variație în timp a presiunii lichidului din porii pastei exercitată asupra fluidului din strat.

Relația stabilită permite să se tragă următoarele concluzii:

1. Factorul principal care determină reducerea presiunii exercitată de coloana pastei de ciment asupra fluidului din strat pînă la cea hidrostatică constă în sporirea proprietăților structurale și mecanice ale pastei.

2. Rețeta pastelor de obturare trebuie aleasă cu rezervă minimă pentru timpul de priză.

3. Micșorarea jocului dintre pereții sondei și coloanei contribuie la oprirea proceselor de sedimentare în sondă.

Ș a n g h i n, A. N. **Sarcina de smulgere prin alunecare pentru burlanele cu mufele strunjite.** În: Burenie, nr. 8, aug. 1972, p. 26.

Îmbinarea filetată este locul cel mai slab al coloanei de burlane, cînd ea este supusă la eforturi de întindere. Sub această acțiune, în îmbinarea filetată se produce o presiune radială, exterioară pentru corpul burlanului și interioară pentru mufa lui, în partea filetată corpul comprimîndu-se, iar mufa lărgindu-se.

În schelele petrolifere se practică pe scară largă tubarea coloanelor de burlane cu mufele strunjite. În acest caz sarcina admisibilă de smulgere prin alunecare pentru îmbinările filetate, ținînd seama de cele de mai sus, trebuie să fie mai mică. S-a dedus formula, care permite determinarea valorii pentru această sarcină de smulgere prin alunecare. Formula se poate aplica pentru burlanele din toate calitățile de oțeluri, cu diferite diametre și grosimi de perete.

A b b a s o v, A. A. ș. a. **Cercetarea gradului de dislocuire cu apă caldă a țițeiului din stratele cu structură foioasă.** În: Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeistvo, **52**, nr. 7, iul. 1972, p. 25.

Se prezintă rezultatele cercetării experimentale pentru determinarea gradului de dislocuire cu apă caldă a țițeiului aflat în strate cu structură foioasă.

Aplicînd teoria dimensională, s-au dedus criteriile adimensionale și s-au determinat parametrii experimentului.

Se descrie schema tehnologică a instalației experimentale și mersul operației de dislocuire la diferite temperaturi, iar datele obținute în urma cercetărilor experimentale s-au prelucrat sub formă de grafice.

Rezultatele cercetării duc la concluzia că apa caldă reprezintă un agent de lucru eficient în cazul exploatării prin injecție de apă a colectoarelor neomogene cu structură foioasă, atît în stadiul inițial, cît și cel avansat al exploatării zăcămintelor. Coeficientul de dislocuire a țițeiului se mărește o dată cu creșterea temperaturii și se menține ridicat chiar și în stadiul avansat al exploatării. Totodată un rol important îl joacă varierea în trepte a temperaturii agentului de lucru.

F i l i d i, G. N. ș. a. **Noi construcții de coroane pentru carotiere — burghiu laterale.** În: Burenie, nr. 8, aug. 1972, p. 6.

Pentru cercetările geologo-geofizice efectuate în sondă, extragerea probelor de teren din pereții sondei cu ajutorul aparatelor introduse cu cablu reprezintă o contribuție esențială la metodele de cercetare.

Astfel de aparate — carotiere — burghiu laterale SKO-8-9 și SKM -8-9 cu coroane de diamante și de aliaje dure — sînt realizate de filiala Volga — Ural a VNII gheofizika (Institut unional de cercetări științifice pentru geofizică).

În urma lucrărilor de construcții și încercări pe marmură, la un stand special amenajat, s-au elaborat noi coroane cu diamante și cu aliaje dure pentru aceste carotiere-burghiu. Noile construcții de coroane au fost încercate cu succes în condiții industriale la sonde, extrăgîndu-se peste 3000 de probe laterale de teren din pereții sondelor, probe proprii pentru determinarea proprietăților fizico-mecanice și colectoare ale rocilor traversate cu sondele săpate. Noile coroane au asigurat un randament sporit de 4—10 ori la luarea probelor de perete în comparație cu coroanele de serie. Cu o coroană cu diamante se pot lua peste 100 de probe laterale din roci tari și abrazive.

I v a n o v a, N. A. ș. a. **Influența mediilor agresive asupra rezistenței cimentului întărit fabricat din zgură bazică de furnal.** În: Burenie, nr. 8, aug. 1972, p. 22.

În ultimul timp s-a extins mult utilizarea zgurelor granulate de furnal la consolidarea sondelor adînci cu temperaturi ridicate.

S-au efectuat cercetări pentru a stabili rezistența cimentului întărit, rezultat dintr-o pastă formată din zgură bazică de furnal amestecată cu nisip în raportul de 1:1 și ținut în soluții saturate de clorură de sodiu și clorură de magneziu, precum și în apă distilată, mediile respective avînd temperatura de 120°C și presiunea de 300 kgf/cm^2. S-a constatat, că în soluția saturată de clorură de sodiu probele din amestecul de zgură-nisip au o rezistență la coroziune mai mare decît probele din zgură curată, iar în soluția de clorură de magneziu invers — probele din zgură curată preparate cu aceeași soluție sînt mai rezistente decît probele din amestecul de zgură și nisip.

Pentru consolidarea sondelor în depozitele de galit se recomandă utilizarea amestecurilor din zgură și nisip pe bază de zgură bazică de furnal, preparate cu soluții de clorură de sodiu, iar în depozitele de bișofit — pastele din zgură bazică de furnal fără nisip, preparate cu soluție saturată de clorură de magneziu.

V i n a r s k i, M. S. ș. a. **Determinarea duratei de temporizare a amestecului de opturare pentru izolarea stratelor absorbante din sondele adînci.** În: Burenie, nr. 8, aug., 1972, p. 27.

Succesul operațiilor de izolare a stratelor absorbante întîlnite în cursul forajului sondelor depinde în mare măsură de potrivirea proprietăților structurale și mecanice ale amestecului de obturare la mărimea canalelor deschise ale stratului absorbant. Pentru a mări capacitatea de obturare a amestecurilor înainte de a le împinge în canalele stratului absorbant, ele sînt lăsate în repaus în gaura sondei sau în prăjinile de foraj.

Se descrie metoda pentru determinarea duratei de temporizarea amestecului de obturare în cadrul operațiilor de izolare a stratelor absorbante ținînd seama și de condițiile de temperatură. Metoda expusă se aplică la izolarea unor astfel de strate aflate la adîncimi de 3 000—4 000 m.

Se prezintă exemple de calcul pentru determinarea duratei de temporizare a amestecului de obturare în cazul a două cîmpuri petrolifere.

Detkov, V. N. **Evidența lucrului la sondă a cablului de macara.** În : Burenie, nr. 8, aug. 1972, p. 30.

Prevederile noului normativ GOST pentru cablurile de macara se referă și la ținerea evidenței sistematice a lucrului cablului. La fiecare marș, valoarea timpului lucrat se înscrie în fișa de evidență și însumare, care însoțește cablul la sondele unde este utilizat. Acest calcul însă în condițiile funcționării cablului la o sondă în foraj, este destul de anevoios și diferă de la o regiune petroliferă la alta, iar rezultatele lucrului însumat nu sînt comparabile.

Se propune o metodă deosebit de simplă și universală pentru determinarea cu ajutorul unei relații și nomograme a lucrului cablului de macara efectuat într-un marș la o sondă în sapă, oricare ar fi componența garniturii de foraj. Nomograma cuprinde o serie de curbe corespunzînd diferitelor greutăți medii q pe 1 m liniar de garnitură de foraj. Valoarea lui q rezultă din raportul dintre greutatea garniturii de foraj liberă măsurată cu indicatorul de greutate și adîncimea sondei la marșul respectiv. În funcție de mărimea lui q se alege curba pe nomogramă. În relație, lucrul în t. km a cablului este afectat cu coeficientul de 1,25 pentru travaliul suplimentar efectuat atît la adăugarea bucății de avansare, cît și pentru alte operații.

Lucrul cablului de macara, la tubarea coloanei de burlane, se face în mod analog. În calcule, coeficientul de corecție se ia egal cu 1,5.

Aplicarea nomogramei prezintă rezultate apropiate de cele obținute prin calcul, abaterea nedepășind $\pm$ 1,5 %. Se pune problema generalizării aplicării metodei.

Aliev, E. M. ș. a. **Cu privire la determinarea temperaturii afluxului în cazul exploatării simultane și separate a stratelor după schema pompă — injecție.** În : Azerbaigeanskoe nefteanoe hozeiastvo, **52**, nr. 7, iul. 1972, p. 27.

Exploatarea simultană și separată cu o singură sondă a două strate de țiței parafinos după scheme „pompă — injecție", respectiv stratul inferior în pompaj de adîncime, cel superior în injecție este adesea însoțită de depunerea parafinei pe pereții țevilor pompei de extracție. Pentru a preveni parafinarea țevilor de extracție este indicată injecția de apă caldă. Într-o astfel de situație prezintă interes determinarea temperaturii afluxurilor în gaura de sondă.

Se presupune că injecția apei calde se face prin spațiul inelar dintre coloana de exploatare și țevile de extracție.

La stabilizarea stării termice a sistemului, cantitatea de căldură cedată de apa fierbinte este egală cu cantitatea de căldură transmisă prin pereții țevilor de extracție către țițeiul extras, plus cantitatea de căldură transmisă prin pereții coloanei de extracție rocilor înconjurătoare.

Ca urmare a acestor condiții se deduce relația cu ajutorul căreia se poate determina temperatura afluxului ascendent de țiței, la care parafina să nu cristalizeze.

* * * **Măsurarea continuă a conținutului de sulf din produsele petroliere.** În : Pétrole information nr. 1 242, 1972.

British Petroleum a pus la punct recent un nou aparat pentru măsurarea conținutului de sulf în produsele petroliere, în centrul de cercetări de la Sunbury și la rafinăria sa din insula Grain (Kent).

Noul analizor prezintă următoarele caracteristici : viteză mare, precizie ridicată și citire directă a conținutului de sulf în greutate, neafectați de densitate sau de prezența nichelului și a vanadiului. Precizia este 0,02 % S pentru distilate și de 0,05 % S pentru păcurile reziduale, în condițiile măsurării pe teren. Timpul în care se efectuează analiza este de una pînă la trei secunde.

Aceste posibilități de măsurare rezultă prin folosirea fluorescenței razelor X. Proba este iradiată cu un fascicul de raze X, sub acțiunea căruia elementele conținute în probă emit benzi de raze X. Fiecare element poate fi identificat prin lungimea de undă a benzii pe care o emite și concentrația elementului este proporțională cu intensitatea acestei benzi.

Proba prelevată din linia de tratare unde se exercită controlul este trimisă în analizor, unde i se reduce presiunea și este încălzită, dacă este necesar, pentru a i se micșora viscozitatea.

Proba traversează apoi o celulă de scurgere specială în care sînt sursa de iradiere și detectorul.

Sonda de măsurare a conductivității este confecționată din rășini epoxi și praf de mică, iar electrozii din grafit impregnat cu rășini. Ea este practic indestructibilă și poate fi plasată la 25 m de aparat. Ea poate fi ușor instalată într-o conductă sau într-o cisternă.

Detectorul constă într-un element de detectare așezat într-o cameră închisă ermetic conținînd neon care absoarbe razele X emise de elementele conținute în proba de petrol, producînd ioni pozitivi și electroni, care sînt atrași de detector, amplificați și transformați în impulsuri.

Un analizor de impulsuri selecționează impulsurile produse de sulf și le transmite unui voltmetru digital care dă citirea directă în procente de sulf, în greutate.

Funcționarea acestui aparat este în întregime automatizată și corespunde cerințelor de securitate, siguranță în funcționare și protecției mediului înconjurător pentru utilizări pe teren în industria petrolieră.

* * * **Capacitatea de rafinare insuficientă pînă în anul 1975 în Republica Federală a Germaniei** În : Pétrole informations nr. 1 241, 1972.

Societățile petroliere din Republica Federală a Germaniei au redus programul de investiții pentru mărirea capacității de rafinare. Deutsche Texaco A. G. a publicat consecințele într-un studiu recent. Astfel, începînd din anul 1968, diferența dintre nevoile de consum de produse petroliere și producția rafinăriilor a fost în continuă creștere : 11,6 % în anul 1968, din consumul total de 101,8 Mt și, conform estimărilor, 18 % în anul 1973, dintr-un consum total de 123 Mt, corespunzînd la un minus de 17 Mt care trebuie să fie importate.

O altă cauză a stagnării capacității de rafinare este și refuzul de autorizații pentru construcția de noi rafinării sau extinderea acelor existente, ca urmare a inițiativei populației sau a aplicării de condiții exagerate pentru protecția mediului înconjurător.

Extinderea industriei petroliere germane va continua totuși, dar, în loc să se atingă înainte de anul 1975 o capacitate de rafinare de 21 Mt, nu se va realiza decît 180 Mt și 192 Mt în anul 1976, față de capacitatea actuală de 127 Mt. Extensiunile cele mai importante sînt prevăzute pentru Deutsch Shell care va mări capacitatea rafinăriei de la Godorf de la 9 la 18 Mt, cea a rafinăriei de la Ingolstadt de la 3 la 7 Mt, British Petroleum care va mări capacitatea rafinăriei de la Dinslaken de la 5 la 10 Mt și Fina care va mări capacitatea de la Duisburg de patru ori (de la 2 la 8 Mt).

* * * **Evacuarea apei de ploaie de pe capacele flotante ale recipientelor de produse petroliere.** În : Pétrole informations, nr. 1 241, 1972.

Capacele flotante se ridică și se coboară după nivelul de umplere a rezervoarelor, astfel încît nu există niciodată un „vid" apreciabil deasupra suprafeței lichidului. Acest dispozitiv reduce evaporarea care ar putea produce pierderi însemnate de produse petroliere volatile, mai ales în timpul umplerii și golirii recipientului sau în cazul de variații mari de temperatură. În afară de aceasta înlătură acumularea vaporilor, reducînd astfel riscurile de incendiu și de explozie.

Apa de ploaie care cade pe acoperișul flotant neputînd fi evacuată pe la periferie ca după un acoperiș obișnuit, dat fiind etanșeitatea recipientului, este necesară folosirea unui dispozitiv special. În acest scop se folosește un tub flexibil care traversează cisterna de sus în jos și care urmărește mișcările încolăcindu-se și descolăcindu-se. Dat fiind că este în contact permanent cu produse petroliere, este necesar ca materialul din care este confecționat acest tub să aibă o mare rezistență chimică la numeroase fluide de origine petrolieră și să aibă o mare rezistență mecanică, deoarece atunci cînd rezervorul este gol este comprimat între capac și fundul rezervorului.

Tubul este confecționat dintr-un elastomer ranforsat cu fibre textile și are un înveliș extern de 10 — 15 mm grosime din Viton un elastomer fluorurat, fabricat de Du Pont, care are o mare rezistență chimică la produsele petroliere aromatice.

* * * **Spectrofotometru cu absorbţie atomică.** În : Pétrole Informations, nr. 1 241, 1972.

Firma Rank Precision industries prezintă un nou spectrofotometru cu absorbţie atomică necesar atît în cercetare, cît şi în analizele din exploatare.

Locul rezervat pentru probe este foarte mare şi este accesibil din două direcţii. Pot fi analizate numeroase substanţe, inclusiv sticla, uleiurile, materialele refractare, metalele, băile electrolitice şi alte produse chimice. Viteza de absorbţie a probei este numai 2,5 ml/min, astfel că nu este necesară decît o mică cantitate din substanţa care se analizează.

Cu ajutorul acestui spectrofotometru pot fi determinate concentraţii foarte reduse (a miliarda parte) din 65 de elemente de la arsenic în banda de ultraviolet a spectrului (193,7 Mm) pînă la cesiu în infraroşu (852,1 Mm). O turelă revorver cu şase lămpi permite determinarea în acelaşi timp a şase elemente în fiecare probă, fără întrerupere.

Scara de citire este liniară în unităţi de absorbţie şi poate fi extinsă pînă la × 10 printr-un factor continuu variabil, permiţînd astfel o măsurare mai uşoară a concentraţiilor mici.

* * * **O nouă tehnică pentru deplasarea rezervoarelor.** In : Pétrole informations, nr. 1 241, 1972.

Deplasarea rezervoarelor pe pernă de aer este cît se poate de economică şi de rapidă. Materialul necesar este foarte redus : o ,,fustă'' confecţionată din segmenţi pentru a fi flexibilă, etanşe la aer, un ventilator şi un buldozer obişnuit pentru a remorca rezervorul în noua poziţie. O astfel de operaţie a fost efectuată recent în Franţa, la Laeq, unde un rezervor de 16 m diametru în greutate de 62 t a fost deplasat pe o distanţă de 300 m. În afară de pregătirile necesare (o pistă din pămînt pentru trecerea peste canalizări, căi ferate şi străzi, şi îndepărtarea unor accesorii exterioare ale rezervorului) operaţia a durat circa 10 ore pentru a se aduce rezervorul în noua sa poziţie, cu o precizie mai mică de 20 mm. Punerea la loc a accesoriilor exterioare a mai durat încă cinci zile.

Avantajele acestei metode sînt numeroase : durată de timp redusă, mînă de lucru limitată (munca a şase persoane), securitate şi stabilitate în mişcare, manevrabilitate uşoară, reaşezarea precisă, uşurinţă de rotire a rezervorului etc. De asemenea, nu este nevoie să se întărească rezervorul decît în cazuri cu totul speciale. Tehnica deplasării rezervoarelor pe pernă de aer a fost pusă la punct de societatea britanică Air Cushion Equipment. Operaţia cea mai importantă de acest fel a avut loc în Canada, la Québec unde un rezervor de 42 m diametru, cîntărind 500 t a fost deplasat pe o distanţă de 1,2 km.

* * * **Ponderea petrolului în bilanţul energetic al Marii Britanii.** În : Pétrole Informations, nr. 1 241, 1972.

Cu toată mărirea preţului produselor petroliere în urma acordurilor de la Teheran şi Tripoli, petrolul a devenit principala sursă de energie a Marei Britanii în anul 1971, după cum indică statisticile Ministerului comerţului şi al industriei. Produsele petroliere au reprezentat 45,6 % din consumul total de energie, faţă de 42,9 % pentru cărbune (în anul 1970 proporţia a fost de 44,4 respectiv 47,1 %).

Datorită descoperirilor din Marea Nordului, ponderea gazelor naturale în bilanţul energetic a crescut de la 4,9 la 8 %. În total consumul britanic de energie a fost de 323 mil. t în echivalent cărbune, faţă de 328 mil. t în anul 1970.

Rafinăriile au produs 96,7 mil. t faţă de 93,2 mil. în anul 1970. Această mărire a producţiei s-a efectuat în paralel cu mărirea capacităţii de rafinare care a crescut de la 112,6 mil. t la 119,6 mil. t în anul 1971.

* * * **Compresoare Sulzer pentru relichefierea gazelor naturale lichefiate.** În : Pétrole informations nr. 1 241, 1972.

Compresoarele Sulzer cu pistonul cu labirint sînt folosite de mulţi ani în circuitele de relichefiere pe vasele transportoare în gaze naturale lichefiate.

Aceste compresoare au fost dezvoltate astfel încît să poată corespunde noilor cerinţe ale transportului de gaze naturale lichefiate şi pot comprima direct la temperaturi de aspiraţie de —160°C, gaze naturale evaporate.

Compresoarele cu unul sau două etaje tip K78 şi K165 fabricate în serie au următoarele caracteristici.

Debit de aspiraţie : 50 — 4000 m^3/h.

Presiune : pînă la 15 kgf/cm^2 pentru tipurile cu un etaj şi pînă la 20 kgf/cm^2 pentru tipurile cu două etaje.

Pentru fabricaţii speciale se pot obţine presiuni mai ridicate.

* * * **Pozarea conductelor cu ajutorul tractoarelor cu şenile.** În : Pétrole informations, nr. 1 241, 1972.

Societatea Bowmaker (Pipelines) Limited oferă echipamente Hydropipeboom pentru tractoarele cu şenile D_6 şi D_8. Hydropipeboom este un dispozitiv cu braţ de încărcare lateral acţionat în întregime hidraulic, care permite adaptarea cu minimum de cheltuieli a tractoarelor noi sau vechi pentru pozarea de conducte. Dispozitivul poate fi uşor înlăturat pentru a da tractoarelor utilizarea lor iniţială.

INFORMAȚII TEHNICO-ECONOMICE

În Norvegia, în Marea Nordului, s-a găsit un zăcămînt de gaze naturale la circa 35 km de zăcămîntul Frigg care va putea produce 12 miliarde m³/an.

În Olanda s-au găsit gaze naturale în Marea Nordului la circa 80 km la nord-vest de Den Helder.

În cursul anului trecut a intrat în producție zăcămîntul de la Leeuwarden care produce 350 mil. m³/an și va fi dat în exploatare zăcămîntul de la Zuidwal care va produce mai mult.

O nouă organizație internațională a fost creată, de către 50 dintre cele mai importante societăți industriale din lume, pentru a combate poluarea industrială. Noua organizație, denumită Organizația interindustrială internațională pentru apărarea mediului înconjurător, va ține prima adunare în cadrul UNESCO. Sediul său este la Roma.

În Republica Federală a Germaniei au avut loc tratative între Veba Chemie AG și NIOC, societatea de stat petrolieră din Iran, privind atît rafinăria comună germano-iraniană, cît și cooperarea petrolieră între Republica Federală a Germaniei și Iran, probleme amorsate în cursul călătoriei cancelarului Brandt la Teheran.

În Venezuela, conform declarațiilor ministrului petrolului exportul de gaze naturale lichefiate va începe în anul 1976 cu destinația principală S. U. A.

În prezent, industria de gaze naturale lichefiate a fost naționalizată și se construiește o uzină cu o capacitate de circa 15 mil. m³/zi. De asemenea, se vor construi și vase de transport al gazelor naturale.

În Siria un miliard de lire siriene (1250 mil. franci francezi) vor fi consacrate la dezvoltarea industriei petroliere în cursul celui de al 3-lea plan cincinal. Investițiile trebuie să permită triplarea producției de hidrocarburi (în prezent 5 mil.t) pînă la sfîrșitul cincinalului.

În Elveția, în anul 1971, s-au importat 13 357 888 t (față de 12 952 048 t în anul 1970), dintre care 5 333 119 t (40 % din total) prin conducte (față de 5 559 635 t — 42,9 % în anul 1970), 4 078 516 t — 30,5 % pe Rin (față de 3 762 930 t — 29,1 % în anul 1970), 2 713 219 t — 20,3 % pe căile ferate (față de 2 505 065 t — 19,5 % în anul 1970), 1 233 034 t — 9,2 % pe șosele (față de 1 124 418 t — 8,7% în anul 1970).

În Brazilia, se construiește al doilea tronson al conductei de transport al etilenei care va lega Capuava cu Cubatao. Acest al doilea tronson, care va lega Rio Grande cu Cubatao, are o lungime de 35 km. Primul tronson Capuava-Rio Grande, de 17 km lungime va alimenta uzinele din Copamo și din Etetro Treno.

De asemenea, se va construi o stație de comprimare la capătul acestei conducte.

În Norvegia, Ministerul industriei va studia posibilitățile de construire a unei conducte de transport al gazelor naturale din zăcămintele Frigg și Ekofisk în partea de est a țării, și de acolo în regiunea centrală a Suediei. Studiile vor fi efectuate în colaborare cu Suedia și eventual cu Danemarca. Ținînd seama de nevoile de consum ale celor două țări într-un viitor apropiat, se prevede o capacitate de transport a conductei de 10 miliarde m³/an.

În Canada, în regiunea insulei Sable în largul Noii Scoție s-au descoperit gaze naturale. Sonda P 48 a dat 300 mii m³/zi de la adîncimi de 3 600 — 4 500 m.

În Indonezia s-au descoperit gaze naturale în apropierea țărmului de răsărit al Kalimantanului. Sonda Panjilatan a produs 300 mii m³/zi gaze naturale asociate cu 70 m³ condensate, în timpul încercărilor efectuate la o adîncime de 2 763 m, printr-o duză de 1 cm diametru. Acest zăcămînt constituie o prelungire submarină a zăcămîntului — Badak.

În Brazilia, rafinăria de la Parana cu o capacitate de 6 000 000 t/an va fi extinsă prin construirea a două unități: una de cracare catalitică fluidă cu o capacitate de 7 000 m³/zi și una de dezasfaltare cu o capacitate de 4 700 m³/zi.

Unitatea de cracare catalitică fluidă va fi prima de acest fel din țară și va folosi un nou procedeu Kellogg, firmă care a mai construit trei alte unități de cracare catalitică fluidă la Mataupa, Paulina și Cubatao.

În Elveția se va construi o conductă de transport al gazelor naturale care va alimenta Elveția cu gaze naturale din Olanda; ea va porni de la conducta principală pînă la Monthey.

Ansamblul conductei Goms-Monthey-Geneva — urmează să fie terminat la sfîrșitul anului viitor.

În Canada, societățile Pan Ocean Oil și Gulf Oil Canada Ltd. vor investi 21,5 mil. dolari canadieni pentru a căuta petrol, în special în regiunea Alberta și în Columbia britanică.

În Argentina, în cursul primelor șase luni ale anului producția de țiței a atins 12 546 400 m³ (cu 5,6 % mai mult față de aceeași perioadă a anului 1971), iar producția de gaze naturale de 2 778 mil. m³ (cu 11,2 % mai mult decît în în aceeași perioadă a anului 1971).

Importul de petrol, de gaze naturale și de produse derivate a fost de 1 044 000 m³; exportul de petrol a fost de 13 700 m³ și cel de produse rafinate de 147 700 m³. Rafinăriile au tratat 13 415 400 m³ țiței (cu 5 % mai mult decît în aceeași perioadă a anului 1971).

În Spania, capacitatea de rafinare care în prezent este de 45,3 mil. t/an va atinge 55 mil. t/an în anul 1975, cînd capacitatea celor 10 rafinării din țară va fi repartizată astfel. Rafinăria de la Tenerife 8 mil. t/an, cea de la Algesiras — 4 mil. t/an, cea de la Eoscombreros — Cartagena de 10,5 mil. t/an, cea de la Comne 5,5 mil. t/an, cea de la Puertollano 6 mil. 5/an, cea de la Castellon de la Plana — 4 mil. t/an, cea de la Huelva — — 4 mil. t/an cea de la Bilbao — 5 mil. t/an, la Tarragona, o rafinărie de 1,1 mil. t/an și alta de 7 mil. t/an.

În Japonia, societatea Kyodo Oil a încheiat un contact cu Shell International prin care va importa 170 000 t/an gaze de petrol lichefiate provenind din Quatar, timp de 10 ani, începînd cu anul 1974.

În Italia, Agip va construi la Cortemaggiore, în apropierea rafinăriei, o uzină pentru prepararea lubrifianților, cu o capacitate de 30 000 t/an, care va putea fi mărită ulterior la 60 000 t/an; de asemenea, Agip intenționează să înlocuiască vechea rafinărie care, dat fiind vechimea și capacitatea redusă (130 000 t/an), nu mai este rentabilă.

În Polonia se va începe construirea unei noi rafinării la începutul anului viitor la Blachownia-Slaska care va costa 9,5 miliarde zloți. După terminarea primei tranșe de instalații, peste 5 ani, rafinăria va putea trata 3 mil. t/an, iar la terminarea lucrărilor, în anul 1980, va avea o capacitate de 6 mil. t/an. Țițeiul va fi adus din U.R.S.S. prin conducte.

În Irak, INOC a comandat societății Howe Baker Engineers Inc. C (Tyler-Texas) două unități de tratare „Autostill" (capacitate unitară 500 000 t/an) care vor constitui baza rafinăriei de la Kirkuk. Costul acestor instalații va fi de 2 000 000 dolari. Aceste unități vor produce petrol lampant și motorină.

În Cehoslovacia a fost autorizată extinderea capacității rafinăriei de la Kralupy de la 3 la 5 mil. t/an. Lucrările vor fi terminate în anul 1974.

În Congo Brazaville, un consorțiu belgian, austriac și spaniol au obținut autorizația de a construi o rafinărie cu o capacitate de 1 mil. t/an la Pointe Noire. Rafinăria va trata petrol indigen și va exporta produse grele. Produsele ușoare vor fi folosite pe piața internă și în țările învecinate.

În S.U.A. se va construi la La Porte (Indiana) o unitate de lichefiere a gazelor naturale care va lichefia, în perioada scăderii consumului, circa 300 000 m³/zi timp de 200 de zile. Aceste gaze lichefiate vor fi depozitate în două rezervoare cu o capacitate de 46 000 m³ fiecare pentru a satisface vîrfurile de consum. Uzina care va asigura și vaporizarea gazelor va intra în funcțiune la sfîrșitul anului 1974. Lucrările vor costa 4 200 000 dolari

În Afganistan a fost confirmată evaluarea noilor rezerve de gaze naturale la 30 miliarde m ^{3}. Situate în regiunea Jarkuduk, în provincia Sibargan, în nordul țării, aceste zăcăminte, descoperite anul trecut, ocupă treapta a doua ca importanță în această țară.

În India, în anul 1971, cele 3 rafinării ale societății Indian Oil-Gauhati, Baraunii și Koyali au tratat 6,72 mil. t țiței (față de 6,34 mil. t în anul 1970). Rafinăria de la Koyali în Gujarat își va mări capacitatea la 5,5 mil. t/an, iar capacitatea rafinăriei de la Barauni va fi mărită de la 2,28 mil. t/an la 3,4 mil. t/an în anul 1975.

În Republica Federală a Germaniei în primul semestru al anului 1972 au fost produse 3 583 419 t țiței (față de 3 707 629 t în primul semestru al anului 1971), dintre care 381 414 t (față de 400 758 t) în Schleswing Holstein, 1 051 635 t (față de 1 082 907 t) în Hanovra, 938 606 (față de 972 245 t) în regiunea Weser-Ems, 946 312 t (față de 974 267 t) în Emsland, 88 310 t (față de 1 019 770) în regiunea Rinului Superior și 177 142 t (față de 175 115 t) în Alpi.

În Abu Dhabi se proiectează construirea unei rafinării cu o capacitate de 650 000 t/an în insula Umm Al-Nar. Costul lucrărilor va fi de 30 mil. dolari.

În Franța, la rafinăria de la Berre au intrat în funcțiune instalațiile care măresc capacitatea de la 7 500 000 la 13 500 000 t/an, dintre care o unitate de distilare atmosferică cu o capacitate de 6 000 000 t/an și unități de tratare a benzinelor, a gazelor lichefiate și a apelor uzate.

În India, guvernul a decis construirea unei rafinării cu o capacitate de 6 mil. t/an la Mathura, la 160 km de New Delhi, pentru a satisface consumul din regiunea de nord-vest a țării. Rafinăria va fi legată printr-o conductă de 1 200 km lungime de terminalul situat în golful Kutch. Lucrările vor costa 1,6 miliarde rupii.

În Canada societatea Amoco Canada a cerut autorităților provinciei Alberto autorizația de a dezvolta lucrările experimentale efectuate pe un permis care conține nisipuri bituminoase în regiunea lacului Grégorie, la circa 40 km de Fortul Mac Murray.

Ministerul francez al economiei și finanțelor a declarat la încheierea lucrărilor Comisiei franco-sovietice că problema transportului nu a fost încă rezolvată, dar că Franța ar fi dispusă să importe cantități de gaze naturale mai mari decît 2,5 miliarde m^3/zi prevăzute.

În Franța a intrat în funcțiune conducta Port-Jerôme-Caen care deservește depozitele societății SONEC, la Ouistreham și instalațiile de la Caen Mondewille,' care va fi racordată la conducta de 22'' care va deservi depozitul subteran de la Maysur-Orne.

Această nouă conductă, de 85 km lungime de 20'' diametru, are o capacitate de transport de 1250 m ^{3}/h și este deservită de o stație de pompare special afectată.

De asemenea, a intrat în funcțiune o conductă între Coingnères și Orleans, de 105 km lungime și 16'' diametru, cu o capacitate de transport finală de 1 300 m^3/h.

În Republica Federală a Germaniei Mobil a fost autorizată să construiască, lîngă Wilhelmshaven, în Saxonia de jos, o rafinărie cu o capacitate de 8 mil. t/an, care va putea fi ulterior mărită la 25 mil. t/an. Lucrările vor începe anul viitor și vor costa 700 mil. DM în prima fază.

În S.U.A. Atlantic Energy Inc. (Chesapeake — Virginia) va construi un depozit de gaze de petrol lichefiate cu o capacitate de 70 000 m^3.

În Canada, s-au descoperit gaze naturale în două puncte distincte ale regiunii din centrul Albertei, la circa 200 km la vest de Edmonton. Prima descoperire a avut loc în timpul forării a trei sonde în regiunea Fir, iar a doua la nord de zăcămîntul Windfall.

Industria și guvernul Statelor Unite vor coopera în toamna aceasta pentru a treia experiență de stimulare a producției de gaze prin explozii atomice. Regiunea este Fawan Creek din Colorado. Experiența se va efectua în trei faze. În prima fază se vor detona simultan trei încărcături a 30 kilotone într-o sondă. În a doua fază simularea se va aplica la 4 — 6 sonde, și dacă dă rezultat, în faza a treia se va aplica la un număr de 20 pînă la 60 de sonde, distanțate între ele cu circa 400 m.

Dacă toată suprafața este productivă, se estimează că în primii 25 de ani se pot recupera 10 la 12 miliarde m^3 de gaze.

În perioada anilor 1972 — 1975 se va continua experiența de cercetare a fundurilor mărilor și oceanelor de către vasul de foraj Glomar Challenger.

Planurile prevăd săparea pînă la 1 000 pic. (900 m) în rocile eruptive, sub sedimentele de pe fund, pentru informații directe asupra straterelor din crusta pămîntului. În plus se vor face studii sonice și magnetice. Se va carota prima dată în apele arctice și antarctice pentru a studia deplasarea, climatele vechi și geologia continentelor acoperite de ghiață.

În perioada ce a trecut de trei ani și jumătate, Glomar Challenger a săpat în 220 de amplasamente și s-au recuperat 18 000 m de probe din 90 000 m săpați în fundul oceanelor. Pătrunderea maximă sub fundul oceanelor a fost de 1 185 m și adîncimea maximă de apă a fost de 6 243 m în fosa Whartin din Oceanul Indian.

RECENZII

D. PANTAZI, **Construcţia şi tubarea sondelor**, Ediţia a II-a, Ed tehnică, Bucureşti, 1972, 320 p.

Tubarea sondelor prezintă un complex de lucrări menit să ducă la consolidarea pereţilor găurii de sondă cu ajutorul burlanelor de tubaj.

Privită din punct de vedere economic, tubarea sondelor are o importanţă deosebită, întrucît reprezintă peste 27% din costul total al forajului unei sonde.

Lucrarea „Construcţia şi tubarea sondelor", ediţia a II-a, (prima ediţie a apărut în anul 1965) are o extindere corespunzătoare, cuprinzînd zece capitole.

În capitolul I sînt redate succint criteriile de clasificare a burlanelor, funcţiunile acestora şi condiţiile tehnice pe care trebuie să le îndeplinească.

Capitolul II prezintă tipurile de burlane utilizate la tubarea sondelor, atît la noi în ţară, cît şi în alte ţări. Se dau sub formă de tabele şi figuri, elementele de bază: dimensiunile fizice, mecanice şi constructive ale burlanelor corespunzătoare standardelor GOST, STAS şi API, necesare alegerii şi utilizării în practică a diferitelor tipuri constructive de burlane. Datele referitoare la întreţinerea, utilizarea şi îmbinarea prin sudură a burlanelor servesc atît în practica tubării sondelor, cît şi în procesele uzinale.

Valorile numerice ale proprietăţilor fizice şi mecanice ale diferitelor tipuri de oţeluri utilizate pentru obţinerea burlanelor de tubaj, atît a celor API, cît şi a burlanelor GOST şi STAS, sînt cuprinse în capitolul III.

Descrierea mărimilor fizice, ca: ductilitate, tenacitate, fragilitate dă posibilitate inginerilor şi tehnicienilor să întocmească judicios programele de construcţie a sondelor.

Datele referitoare la sistemul filetaj-unsoare pentru filetaje sînt importante şi trebuie luate în considerare la tubarea sondelor.

Etanşeitatea, care reprezintă una dintre cele mai importante probleme ale sondelor de mare adîncime, este prezentată în capitolul IV.

Pe baza unui multiplu material experimental, referitor la cauzele neetanşeităţii autorul indică toate elementele fizico-mecanice şi cele corespunzătoare unsorilor de filetaje pentru asigurarea etanşeităţii coloanelor de tubaj.

Capitolul V constituie un capitol de bază necesar fazei finale de întocmire a construcţiei tubulare a sondei. În cadrul acestuia se analizează, sub toate aspectele, solicitările exterioare, de tracţiune axială, de presiune interioară, instabilitate prin flambaj, torsiune şi etanşeitate, precum şi cele corespunzătoare uzurii prin coroziune şi utilizarea improprie a sculelor de tubaj. În continuare se dau relaţiile de calcul utilizate la determinarea solicitărilor maxime admisibile ale burlanelor de tubaj.

Capitolul VI se referă la programele de tubaj.

Construcţiile tubulare ale sondelor fiind legate indisolubil de aspectele spaţiilor inelare necesare a fi realizate în procesul de foraj, în lucrare este redată, sub o formă explicită, problema spaţiului inelar dintre coloană şi gaura de sondă.

Se expun criteriile de stabilire a programelor de tubaj şi se dau cîteva exemple tipice de programe de tubaj.

În capitolul VII autorul redă în amănunt datele de bază specifice calculării schemelor de tubaj. Axîndu-se pe o îndelungată preocupare în domeniul întocmirii şi calculării schemelor şi diagramelor de tubaj, autorul redă pentru uzul practic de şantier, cele mai importante diagrame de tubaj.

Diagramele de tubaj pentru tipurile de burlane folosite la noi s-au efectuat pe baza ipotezei de rezistenţă a lucrului mecanic maxim de variere a formei. Primele diagrame de tubaj astfel calculate au fost întocmite de autor în anul 1941, iar ulterior au fost extinse la toate tipurile de burlane şi la majoritatea dimensiunilor utilizate în întreaga industrie petrolieră românească.

Autorul a prezentat în lucrare o metodă originală de calcul al grosimii de perete necesară burlanelor de tubaj şi de determinare a punctului de prindere a coloanei.

Coeficienţii de siguranţă, atît pentru burlanele API, cît şi pentru burlanele GOST, au fost calculaţi la valori precise pentru diverse solicitări.

În continuare se descrie pe larg, operaţia de fixare în flanşe a coloanelor de tubaj, indicîndu-se elementele de bază necesare efectuării unui proces corect de fixare a coloanelor.

În cadrul capitolului VIII autorul redă, sub formă descriptivă, cu multă competenţă, principalele scule necesare efectuării proceselor de tubaj.

Efectuarea tubării sondelor este prezentată în capitolul IX. Se descriu succint fazele importante ale desfăşurării operaţiei de tubare a sondelor.

Capitolul X — ultimul — conţine problemele referitoare la detectarea defecţiunilor burlanelor, la transportul materialului tubular şi la instrucţiunile asociate normelor de tubare a sondelor şi a normelor de lucru.

Lucrarea are o deosebită valoare teoretică şi practică. Ea reprezintă o valorificare superioară a experienţei de o viaţă întreagă a autorului.

SZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁR DOKUMENTÁCIÓS KÖZPONT 1883

E 1445

Index alfabetic de autori ai revistei „Petrol şi Gaze" pe anul 1972

A

Anton S., 3, p. 137
Auslander G., 5, p. 277; 6, p. 350
Avramescu I., 8, p. 473

B

Bandrabur C., 7, p. 421
Barbul M. A., 7, p. 421
Barus D., 5, p. 286
Bălan M., 2, p. 104; 5, p. 291; 12, p. 747
Bălăuță L., 8, p. 465; 10, p. 618
Bărbatu Gh. I., 4, p. 221; 8, p. 491
Beju D., 12, p. 714
Blidișel I., 7, p. 421
Bohîlțea I., 1, p. 39
Boncu C., 2, p. 116
Boru M., 1, p. 48
Buricatu I., 5, p. 282
Burlacu A., 4, p. 199

C

Caliniac N., 5, p. 265; 8, p. 468
Circoamă A., 11, p. 657
Cerchez V. Th., 3, p. 137
Cojocaru I., 8, p. 497
Constantinescu M., 2 p. 78
Covaci V., 5, p. 282
Crețu I., 7, p. 409; 10, p. 587
Culda V., 1, p. 8
Cuptor I., 2, p. 98

D

Darabont A. V., 5, p. 300
David D., 8, p. 497
Diculescu E., 8, p. 478
Dobrinescu D., 3, p. 161; 6, p. 353; 10, p. 613
Dragoev I. D., 7, p. 400; 12, p. 723
Dumitrescu Gh., 7, p. 426

E

Eftimescu P., 11, p. 661
Emgi T. 4, p. 221

F

Filipescu M. N., 8, p. 361

G

Geangălă I., p. 224; 5, p. 291; 6, p. 359; 12, p. 747
Georgescu M., 8, p. 497
Gerstenfeld B., 5, p. 272
Giavarini C., 2, p. 94; 3, p. 153; 7, p. 418
Goilav S., 10, p. 576

I

Ilea M., 6, p. 342
Ionescu C., 10, p.
Ionescu Gh. M., 1, p. 16
Iovițoiu N. C., 3, p. 144
Istocescu D., 8, p. 461

L

Leahu Gr., 1, p. 53
Lebenzon C., 10, p. 573
Lerescu C., 9, p. 532
Leu M., 11, p. 643

M

Macovei N., 6, p. 334
Manea Gh., 11, p. 674
Manolescu Gorun, 4, p. 204; 6, p. 328; 10, p. 594
Manolescu Gr., 11, p. 646
Mareș M., 2, p. 107
Marinov T., 9, p. 550
Mavrodin,-Tărăbic M., 9, p. 537
Mărculescu N., 8, p. 485
Metsch M., 7, p. 405
Mihăilescu T., 1, p. 56
Milcoveanu D., 7, p. 393
Misdolea T., 1, p. 45
Moise F., 5, p. 300
Moroșanu C., 4, p. 209
Muțiu R., 1, p. 8

N

Negoiță V., 2, p. 73

O

Onaca I., 9, p. 537
Orășanu L., 12, p. 738
Oroveanu T., 4, p. 221

P

Pârvu G., 4, p. 199; 5, p. 261; 8, p. 457
Pircălăbescu I. D., 4, p. 191
Petcu Gh., 5, p. 265; 9, p. 519; 11, p. 667
Platon A., 1, p. 39
Popa B., 1, p. 56
Popa C. Gh., 2, p. 88
Popescu C., 1, p. 29; 3, p. 147
Popovici Al., 1, p. 22
Posea M., 4, p. 230
Precup I., 5, p. 282
Pușcoiu N., 4, p. 224; 12 p. 728

R

Rașeev S., 8, p. 485; 491
Rădulescu Al., 5, p. 272
Rădulescu G. A., 6, p. 342

S

Sandu D., 9, p. 524
Savu C., 2, p. 94; 3, p. 153; 7, p. 418
Sburlea Gh., 1, p. 34
Shankar Y. B., 5, p. 282
Simescu N., 12, p. 743
Soheimat F., 4, p. 221
Solacolu I., 9, p. 537
Stănescu M., 3, p. 156
Stănescu V., 9, p. 524
Strat Al., 1, p. 48; 6, p. 365
Strătulă C., 9, p. 542; 10, p. 604; 11, p. 678
Strugaru A., 4, p. 191

Ș

Ștefan S., 5, p. 272
Ștefănescu D., 10, p. 581

T

Taran C., 6, p. 347
Tatu Gr., 10, p. 599
Teodorescu V., 3, p. 156
Tohănescu I., 8, p. 468
Turcu M., 2, p. 103
Turculeț L., 6, p. 325

Ț

Țepeluș P. C., 3, p. 169
Țunescu R. C., 4, p. 218

V

Vasilescu I. J., 1, p. 42
Vernescu Al., 9, p. 528; 11, p. 642
Vidrașcu Gh., 4, p. 218
Voinea V., 8, p. 465

Z

Zîrnă I., 2, p. 94; 3, p. 153; 7, p. 418

W

Welther E., 7, p. 421

Index alfabetic de cărțile recenzate în anul 1972

Constantin M. Boncu. Contribuții la istoria petrolului românesc, Ed. Academiei R.S.R., București, 1971, nr. 6, p. 375

Costin I. Instalații pentru foraj de mică adîncime, Ed. tehnică, București, 1972, 364 p., nr. 10, p. 633

Gill S. S. (Editor) The Stress Analysis of Pressure Vessels and Pressure Vessel Components (calculul de rezistență al vaselor de presiune și al elementelor vaselor de presiune), Pergamonn Press, Oxford, 1970, nr. 7, p. 441

Lupei N. și *Brana V.* Zestrea minerală a lumii, Ed. științifică, București, 1971, 400 p., nr. 6, p. 378

Mainguy J. L'économie de l'énergie, Ed. Dunod, Paris, 1972, nr. 9, p. 554

Niculescu I. și *Pușcoiu N.* Exploatarea secundară a zăcămintelor de țiței, Ed. tehnică, București, 1972, 453 p. nr. 10, p. 633

Pantazi D. Construcția și tubarea sondelor, Ed. tehnică București, 1972, 320 p., nr. 12, p. 763

Tiratsov E. N. Studiu asupra gazelor naturale (Gas natura study), Ed. științifică, Londra, 480 p., nr. 11, p. 645

* * * Comisia economică pentru Europa O. N. U. 1971. Aspecte economice ale producției de olefine prin cracare cu vapori de apă, Nations Unies, New York, 1971, nr. 6, p. 376

Rubrici permanente

Cronică: 1, p. 28; 2, p. 118; 3, p. 179; 4, p. 240; 7, p. 430; 8, p. 503; 9, p. 541; 12, p. 713

Realizări din industrie: 2, p. 77, 106; 4, p. 245; 5, p. 305; 6, p. 369; 7, p. 433; 8, p. 496;

Note tehnice: 3, p. 179; 4, p. 241; 6, p. 369;

Documentare: 1, p. 61; 2, p. 211; 3, p. 180; 4, p. 242; 5, p. 305; 6, p. 370; 7, p. 433; 8, p. 505; 9, p. 555; 10, p. 626 11, p. 688 12, p. 757

Informații tehnico-economice: 1, p. 63; 2, p. 125; 3, p. 181; 4, p. 246; 5, p. 264, 290, 310; 6, p. 373; 7, p. 438; 8, p. 509; 9, p. 561; 10, p. 630; 11, p. 693; 12, p. 761;

Recenzii: 6, p. 375; 7, p. 441; 8, p. 472; 511; 9, p. 554;

INDEX PE DOMENII

al lucrărilor publicate în revista „Petrol şi gaze" pe anul 1972

EDITORIAL

Dinamica producţiei la principalele sortimente în producţia globală în industria petrolului 1970 — 1975, nr. 1, p. 7

Evoluţia industriei petroliere, nr. 2, p. 71

Conferinţa pe ţară a cadrelor de conducere din întreprinderi şi centrale industriale şi de construcţii, nr. 3, p. 135

România, o importantă producătoare şi furnizoare de utilaje şi produse petroliere în cadrul Expoziţiei internaţionale de echipament industrial pentru petrol, chimie, mase plastice de cauciuc, nr. 5, p. 259

Lucrările Conferinţei pe ţară a inginerilor şi tehnicienilor. Cuvîntarea tovarăşului Nicolae Ceauşescu, nr. 6, p. 318.

Petroliştii participă cu entuziasm la marea întrecere socialistă" cincinalul înainte de termen", nr. 7, p. 387

Gospodărirea apelor: o problemă ce trebuie înfăptuită cu prioritate şi în cadrul industriei petroliere din R. S. România, nr. 7, p. 391

Documentele Conferinţei Naţionale a Partidului Comunist Român, vast program de dezvoltare a industriei României, nr. 8, p. 451

Noi realizări ale petroliştilor în marea întrecere socialistă, nr. 9, p. 518

Industria petrolieră una din cele mai importante ramuri ale economiei naţionale, nr. 10, p. 571

25 de ani de la proclamarea Republicii. Succese de prestigiu în dezvoltarea economică şi socială a României, nr. 12, p. 707

Cincinalul înainte de termen. Înaltă eficienţă economică în activitatea de producţie, nr. 12, p. 710

GEOLOGIE

Contribuţii la studiul paleontologic al depozitelor terţiare din partea de est a depresiunii panonice, nr. 1, p. 8

Cercetări asupra caracterelor distinctive ale rocilor cu conţinut de hidrocarburi, nr. 3, p. 137

Prezenţa unor elemente chimice în ţiţeiurile structurii Moreni-Gura Ocniţa, nr. 4, p. 191

Asupra prezenţei unei cute diapire în zona Grădişte — Romăneşti (Depresiunea getică), nr. 4, p. 199

Influenţa argilei asupra permeabilităţii colectoarelor helveţiene din depresiunea getică, nr. 5, p. 261

Posibilităţi de subdivizare pe criterii mineralogice a depozitelor miocene de melasă dintre Argeş şi Topolog, nr. 6, p. 325

Microtectonica flişului unităţii externe, zona Greşu-Lepşa, nr. 8, p. 457

Cercetări în legătură cu originea şi compoziţia chimică a gazelor naturale din depresiunea panonică, nr. 8, p. 461

Aspecte geologice ale platformei moldoveneşti pe baza datelor de foraj, nr. 8, p. 465

Contribuţii la studiul evoluţiei catagenetice a petrolului din meoţianul Avanfosei carpatice interne, nr. 9, p. 524

Conţinutul în nannoplancton calcaros al depozitelor din axul anticlinalului Ciudomir-Ardele-Măgura Bicazului de pe Valea Tărcuţa (cursul superior al văii Tarcăului), nr. 10, p. 573

Caracterizarea formaţiunilor geologice de mare permeabilitate din sonde cu ajutorul măsurătorilor electro sau radiometrice, nr. 10, p. 581

Asociaţia microfaunistică a orizontului cu Nummulites perforatus, din sectorul sud-vest Cluj, nr. 11, p. 643

Zonare şi corelare a paleozoicului din platforma moesică pe baza asociaţiilor palino-protistologice. I, nr. 12, p. 714

GEOFIZICĂ

Contribuţii privind aplicarea modelării matematice în vederea prelucrării diagrafiilor obţinute în sondele de hidrocarburi, nr. 2, p. 73

Aspecte noi în tehnica de investigare geofizică cu trasori radioactivi, nr. 5, p. 265

O nouă mărime utilă explorărilor geofizice, nr. 7, p. 393.

Aplicarea analizei radiometrice la determinarea compoziţiei chimice a apelor de strat şi a filtratelor de noroi, nr. 8, p. 468.

Stadiul şi perspectivele aplicării tehnicilor nucleare în industria petrolului, I. , nr. 9, p. 519; II., nr. 11, p. 667

Studiul densităţii matricei rocilor magazin mezozoice din platforma moesică şi utilizarea acesteia în interpretarea cantitativă a diagrafiei geofizice de sondă, nr. 10 p. 576

FORAJ

Stabilirea greutăţii specifice a fluidului de foraj şi a programului de construcţie a sondelor, pe baza estimării presiunilor din pori şi a gradienţilor de fisurare a rocilor, nr. 1, p. 16

Evitarea erupţiilor în timpul forajului, nr. 2, p. 78

Problemele forajului dirijat cu turbina la adîncimi mari, nr. 3, p. 144

Determinarea curbelor intrinseci ale formaţiunilor argiloase, pe bază de date culese la suprafaţă în timpul forajului, nr. 4, p. 204

Aspecte tehnologice ale forajului sondelor de diametru mare, nr. 5, p. 272

Perspectivele aplicării metodelor noi de foraj, nr. 6, p. 328

Proba de filtrare statică — indicator satisfăcător al filtrării reale în gaura de sondă? nr. 6, p. 334

Dezvoltarea ideilor fundamentale despre procesul de deviere a sondelor, nr. 7, p. 400

Mişcări ale unui fluid binghamian, nr. 10, p. 587

Asigurarea stabilităţii mecanice a rocilor de natură argiloasă din profilul unei găuri de sondă, nr. 10, p. 594

Caracterizarea mecanică şi reologică a rocilor în ideea folosirii rezultatelor pentru determinarea „timpului de îmbătrînire" a găurii de sondă, nr. 10, p. 599

Teoria înaintării sapei. I., nr. 12, p. 723

EXPLOATARE

Aspecte din dezvoltarea exploatării gazului metan în România, nr. 1, p. 56

Dizlocuirea amestecului gaze-ţiţei de către apă într-un sistem neuniform, nr. 2, p. 88

Interferenţa sondelor extractive de gaze, nr. 7, p. 409.

Asupra unor probleme ale ingineriei de zăcămînt, nr. 9, p. 528

Un criteriu de apreciere a rezultatelor tehnice ale operaţiilor de stimularea afluxului prin tratamente chimice, nr. 11, p. 646

Asupra calculelor de declin, nr. 11, p. 642

Unele date cu privire la exploatarea zăcămintelor de ţiţei aflate în roci carbonifere fisurate, nr. 11, p. 657

EXTRACŢIE

Oscilaţii libere şi parametrice la instalaţia de pompare cu balansier, nr. 1, p. 22

Determinarea adîncimii de fixare a supapelor de pornire, nr. 1, p. 29.

Contribuţii la studiul, cercetarea şi realizarea unui echipament de protecţie impermeabil şi termoizolant pentru industria petrolului, nr. 2, p. 107

Instalaţii şi supape speciale întrebuinţate în erupţia artificială intermitentă, nr. 3, p. 147

Proiectarea şi construcţia echipamentului de adîncime şi de suprafaţă pentru sondele utilizate în procesele termice, nr. 4, p. 209

Măsurarea temperaturii de fund la sondele cu injecţie ciclică de abur, nr. 7, p. 405

Influenţa mediului corosiv asupra materialului tubular nr. 11, p. 661

PRELUCRARE

Metodă iterativă de calcul al unor procedee de absorbţie II. Absorbţia cu refierbere şi reabsorbţie, nr. 1, p. 34

Dispersia axială a gazelor în paturi fixe de umplutură cu secţiune inelară, nr. 1, p. 39.

Calculul tensiunii superficiale şi a variaţiei ei cu temperatura din indicele de refracţie la unele hidrocarburi parafinice, nr. 1, p. 42

Comportarea termică a parafinelor şi izoparafinelor din bitum, nr. 2, p. 94

Recuperarea solventului în instalaţia de deparafinare cu MEC, nr. 2, p. 98

Determinarea puterii de decolorare la pămînturi decolorante, nr. 2, p. 103

Obţinerae petrolului lampant. Primele ,,fabrici de gaz'', nr. 2, p. 116

Determinarea parafinei din bitumuri cu ajutorul calorimetriei diferenţiale, nr. 3, p. 153

Contribuţii analitice la studiul compoziţiei aditivilor sulfonaţi de calciu suprabazici, nr. 3, p. 156

Bilanţul exergetic al unei instalaţii de distilare atmosferică, nr. 3, p. 161

Studiul dezasfaltării uleiurilor reziduale, nr. 4, p. 218

Contribuţii la studiul separării produselor petroliere pompate succesiv pe conductă, nr. 4, p. 221

Programarea liniară a amestecurilor de produse petroliere din rafinării. I. Analiza critică a modelelor matematice de optimizare, nr. 5, p. 277

Unele aspecte legate de stabilirea compoziţiei optime a solventului în deparafinarea uleiurilor, nr. 5, p. 282.

Adsorbţia parafinei din uleiuri albe pe cărbune activ, nr. 6, p. 342

Asupra raţiei de absorbant în absorbţia multicomponent, nr. 6, p. 347

Programarea liniară a amestecurilor de produse petroliere din rafinării. II. Proprietăţile amestecurilor de produse petroliere, nr. 6, p. 350

Frecvenţa formării picăturilor la dispersia fracţiunilor petroliere în apă, nr. 6, p. 353

Determinarea tranziţiilor sticloase din bitum cu ajutorul calorimetriei diferenţiale, nr. 7, p. 418

Conversia tiofenului în prezenţa diferitelor forme ale unui catalizator $Ni-Mo/Al_2O_3$, nr. 7, p. 421

Dezasfaltarea reziduurilor petroliere cu propan în prezenţă de solvenţi polari. IV. Dezasfaltarea în contracurent cu propan şi furfurol, nr. 8, p. 485

Consideraţii asupra temperaturilor de autoaprindere a hidrocarburilor pure şi a unor amestecuri ale acestora, nr. 8, p. 491

Piroliza rafinatelor şi a benzinelor medii la regim sever de cracare, nr. 8, p. 497

Contribuţii la cunoaşterea acizilor naftenici, nr. 9, p. 532

Pilele cu hidrocarburi — forma superioară de valorificare a combustibililor naturali. I. Sisteme cu oxidare directă, nr. 9, p. 537

Metodă exactă de calcul al echilibrelor teoretice pentru amestecul binar . I., nr. 9, p. 542

Obţinerea benzinei auto din conductele de piroliză, nr. 9, p. 550

Calculul coeficienţilor de difuzie moleculară în amestecuri binare gazoase şi lichide nr. 10, p. 604

Exergia fizică a fracţiunilor petroliere, nr. 10, p. 613

Aspecte ale valorificării uleiului de călire de la o instalaţie de piroliză a benzinei, nr. 11, p. 674

Calculul coeficienţilor de difuzie moleculară în amestecuri binare gazoase şi lichide, II., nr. 11, p. 678

Studiul chimic al ţiţeiurilor din unele şantiere din Transilvania, nr. 12, p. 738

TRANSPORT — INMAGAZINARE

Aspecte ale utilizării tehnicii de modelare în transportul gazelor naturale, nr. 1, p. 45

Tendinţe actuale în echiparea staţiilor de comprimare montate pe sistemele de transportat gaze, nr. 5, p. 291

Consideraţii tehnice privind influenţa parametrilor de bază optimi în transportul gazelor naturale la mare distanţă, nr. 6, p. 359.

Alegerea soluţiei economice în transportul gazelor cu staţii intermediare de comprimare, nr. 7, p. 426

Noutăţi în domeniul etanşării elementelor de conducte şi al aparaturii statice, nr. 8, p. 478

Criterii privind optimizarea funcţionării staţiilor de comprimare utilizate în România la extracţia şi transportul gazelor, nr. 12, p. 743

Unele aspecte privind calculul grosimii pereţilor conductelor de transportat gaze, nr. 12, p. 747

MECANIC — AUTOMATIZARE

Unele consideraţii privind utilizarea ţevilor sudate elicoidal la conductele magistrale de înaltă presiune, nr. 1, p. 48

Creşterea eficienţei utilizării gazelor naturale prin sisteme denumite ,,Energie totală'', nr. 2, p. 104.

Masele elementelor sistemului de manevră acţionat electric, nr. 3, p. 169

Cercetări asupra comportării garniturilor nemetalice ale îmbinărilor prin flanşe, nr. 4, p. 230

Economicitatea rezervoarelor cu capac plutitor, nr. 5, p. 286

Combaterea zgomotului şi a vibraţiilor în rafinării, nr. 5 p. 300

Traversarea aeriană a unui rîu cu trei conducte de ţiţei în construcţie sudată, nr. 6, p. 365

Perfecţionarea sistemului informaţional-decizional, nr. 7, p. 389

Aplicaţii ale teoriei grafelor la planificarea şi conducerea lucrărilor de proiectare, nr. 8, p. 473

Reducerea zgomotului produs la eşaparea motoarelor Diesel în industria extractivă de ţiţei, nr. 9, p. 553

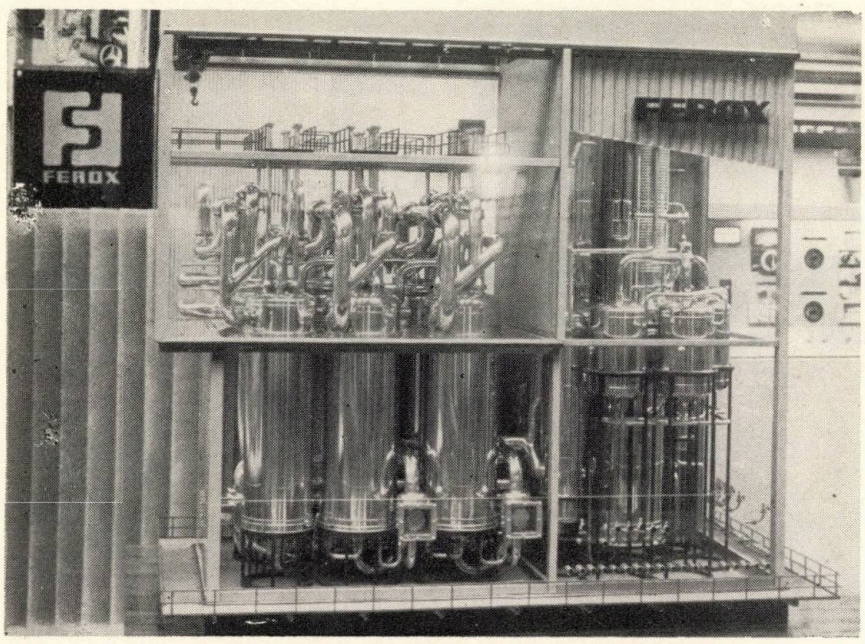
TEME ECONOMICE

Evoluţia consumului mondial de petrol şi gaze naturale, nr. 1, p. 53

Rolul gazelor naturale în economia mondială, nr. 4, p. 224.

Revista PETROL şi GAZE. Redacţia : Bucureşti, Calea Plevnei, 139, telefon 49. 22. 60. Revista este editată de Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere. Abonamentele pentru biblioteci, cabinete tehnice, individuale se pot achita în numerar sau în contul nostru de virament: Centrul de documentare al industriei chimice şi petroliere telefon 49. 22. 60. Calea Plevnei 139 cont 640 301-14. Banca Naţională a Republicii Socialiste România. Filiala Sector 1 Bucureşti. Tarif pentru întreprinderi : lei 160 anual; tarif pentru abonamente individuale : lei 30 anual. Preţul unui exemplar lei 8. Taxele poştale plătite în numerar pe anul 1972 conform aprobării D.P.D.P. nr. 10/9416/1971.

I. P. I. c. 1875



FEROX

Utilaj pentru separarea aerului MODEL N–10 T

Utilajul funcţionează pe principiul separării aerului prin răcire înaintată şi este destinat fabricării oxigenului comercial de calitate pentru industria oţelului. El prezintă următoarele caracteristici tehnice: 10000 Nm^3/oră oxigen cu o puritate de 99,5%; consumul de aer: 5,8 Nm^3/1 Nm^3 de O_2; presiunea aerului 5,0 kgf/cm^2; controlul producţiei se poate efectua între 60—120% din producţia nominală. Elementele constructive originale ale principalelor agregate, precum şi întregul sistem de dispunere a utilajului garantează o stabilitate superioară şi siguranţă în exploatare la un consum specific de energie redus. Conceptul utilajului şi construcţia industrială a acoperirii izolatoare permit instalarea lui în aer liber. Funcţionarea utilajului este automatizată şi necesită o descriere minimă.

Acest utilaj a fost distins cu o medalie de aur la cel de al 13-lea Tîrg Industrial Internaţional ce a avut loc la Brno în 1971.

Vă invităm cordial să ne vizitaţi PAVILIONUL CEHOSLOVAC, SALA B — Expoziţia utilajelor industriale pentru petrol, chimie, materiale plastice şi cauciuc. Bucureşti, 3—12.5.1972

Technoexport

FOREIGN TRADE COMPANY LIMITED
Václavské nám. 56, Praha 1,
CEHOSLOVACIA

PUBLICOM

COSTACURTA

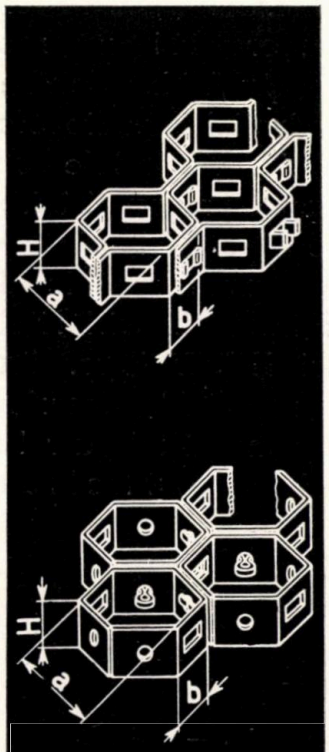
PENTRU
INDUSTRIA PETROLULUI
ŞI
INDUSTRIA PETROCHIMICĂ

VICO - Tex ®

(Separatoare de ceaţă/separatorre de picături)

Preîntîmpină antrenarea lichidelor în toate procesele gaz-lichid.

Materiale: Oţel antiacid 410, 430, Oţel antiacid 304, 321, 347 Nichel, Metal-monel® Inconel,® Incoloy® 625 şi 825, Carpenter® 20, Titan pur, Hastelloy® B şi C, Teflon FEP® monofilamentar Polietilenă monofilamentară, Polipropilenă monofilamentară, Saran® monofilamentar, Oţel antiacid şi fibră de sticlă, Oţel antiacid şi polipropilenă multifilamentară.



VICO - Still ®

(celule hexagonale)

Fixează şi armează căptuşelile de injecţie sau căptuşelile de turnare monolitice.

*

INDUSTRIA
METALURGICĂ

VIRGILIO COSTACURTA

S.A.S.

20161 MILANO (Italy)
Via Grazioli, 30
Tel. 6455741 (4 lines)
Telex 33305 VICO MILANO

ŢESĂTURI METALICE

Ţesături metalice şi repere din împletituri de sîrmă pentru industrie

VICO - Rel ®

PLASE METALICE
SUDATE ELECTRIC

PUBLICOM

CHIMIMPORT

exporte une gamme etendue de produits chimiques de base et intermediaires

Citons en particulier:

SUBSTANCES INORGANIQUES:

CARBURE DE CALCIUM ■ BICARBONATE DE SOUDE
CHLORURE DE CALCIUM ■ CHLORURE DE CHAUX
GEL DE SILICE ■ BICHROMATE DE SOUDE
CHLORURE D'ALUMINIUM ANHYDRE ■ SULFATE D'ALUMINIUM
OXYDE DE MAGNESIUM ■ CARBONATE DE MAGNESIUM
CHLORE LIQUEFIÉ

ACIDES ORGANIQUES:

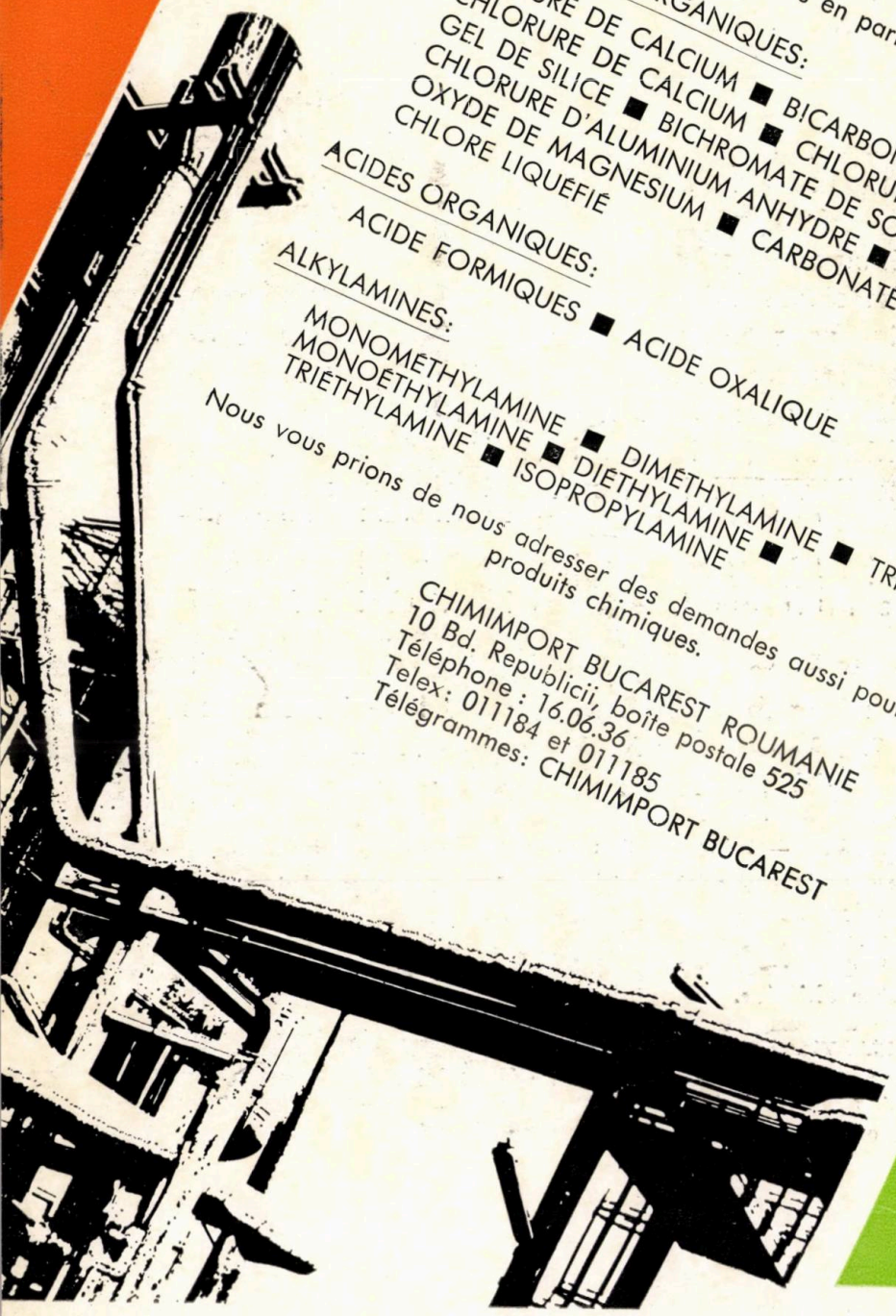
ACIDE FORMIQUES ■ ACIDE OXALIQUE

ALKYLAMINES:

MONOMETHYLAMINE ■ DIMETHYLAMINE ■ TRIMETHYLAMINE
MONOETHYLAMINE ■ DIETHYLAMINE
TRIETHYLAMINE ■ ISOPROPYLAMINE

Nous vous prions de nous adresser des demandes aussi pour d'autres produits chimiques.

CHIMIMPORT BUCAREST ROUMANIE
10 Bd. Republicii, boîte postale 525
Téléphone : 16.06.36
Telex: 011184 et 011185
Télégrammes: CHIMIMPORT BUCAREST



CHIMIMPORT
BUCUREȘTI

1973 FEB 2 1

petrom

Întreprindere de Stat pentru Comerțul Exterior
Telefon: 156964; 144291
Telex: 011374 Camrom for Petrom
Telegrame: Petrom—București

22, Bd. N. Bălcescu București—România

ACTUALITATE: Uzine chimice construite pe baza celor mai moderne tehnologii
TRADIȚIE: Peste 100 de ani experiență în prelucrarea țițeiului puse la dispoziția Dv. de

PETROM Întreprindere de Stat pentru exportul de instalații complete de uzine chimice, petrochimice și rafinării de petrol

PETROM

oferă la export:

— **uzine chimice și petrochimice, instalații tehnologice complete în domeniul petrochimiei, al chimiei organice și anorganice, îngrășămintelor, medicamentelor. coloranților, maselor plastice, fibrelor și cauciucului sintetic, ș.a;**
— **rafinării complete și instalații de prelucrare a țițeiului;**
— **instalații auxiliare pentru uzine chimice, petrochimice și rafinării de petrol;**
— **licențe, invenții, know-how și asistență tehnică în domeniul industriei chimice, petrochimice și al prelucrării țițeiului.**

PETROM—oferă o gamă largă de servicii în domeniul industriei chimice, petrochimiei și prelucrării țițeiului.

PETROM—cooperează pe baze reciproc avantajoase cu parteneri externi pentru realizarea unor obiective în domeniul său de activitate

Fiind o întreprindere de stat, PETROM are posibilitatea să utilizeze întregul potențial tehnico-științific pe care industria românească îl are în acest domeniu, pentru realizarea sarcinilor sale externe.